



Universidad
Politécnica
de Cartagena

CONSTRUCCIÓN DE LA CARABELA “LA NIÑA”

TITULACIÓN: INGENIERO TÉCNICO NAVAL

ALUMNA: SOLEDAD FRUCTUOSO MARTINEZ

DIRECTOR: FEDERICO LÓPEZ CERÓN DE LARA

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto fin de carrera es para mí como la cumbre de la montaña más alta que he podido subir con el apoyo de mi familia siempre en primer lugar, mis amigos, compañeros y los profesores de esta universidad.

El esfuerzo, dedicación y sacrificio han hecho cumplir satisfactoriamente esta etapa de mi vida en la que obtengo un título universitario para poder acceder al mundo profesional.

Tan solo quería dar las gracias a todos los que me han apoyado en este largo camino y hacer posible la realización de este proyecto final de carrera.

Gracias a Ignacio García Díaz, Francisco Bastida Egea , Manuel Pérez Giménez ,Federico López Cerón de Lara.

INDICE

1. DESCRIPCIÓN DEL BUQUE	5
1.1 HISTORIA	6
1.1 PRIMER VIAJE.....	7
1.2 SEGUNDO VIAJE.....	8
1.3 TERCER VIAJE.....	11
1.4 CUARTO VIAJE.....	12
1.5 DESCUBRIMIENTO DE AMERICA, "V CENTENARIO".....	13
2 CARACTERIZACIÓN DEL BUQUE. DISEÑO.....	15
2.1 PLANO DE FORMAS.....	15
2.2 CARTILLA DE TRAZADO.....	16
2.3 CURVAS HIDROSTÁTICAS.....	17
2.3.1 ÁREA DE FLOTACIÓN.....	18
2.3.2 TONELADA POR CENTÍMETRO DE INMERSIÓN.....	19
2.3.3 ABSCISA DEL CENTRO DE GRAVEDAD.....	20
2.3.4 VOLÚMENES Y DESPLAZAMIENTOS.....	21
2.3.5 ORDENADA DEL CENTRO DE CARENA.....	23
2.3.6 ABSCISA DEL CENTRO DE GRAVEDAD.....	24
2.3.7 RADIO METACÉNTRICO TRANSVERSAL.....	25
2.3.8 RADIO METACÉNTRICO LONGITUDINAL.....	26
2.3.9 MOMENTO PARA ALTERAR EL TRIMADO UN CENTÍMETRO.....	27
2.3.10 COEFICIENTES DE FORMAS.....	28
3 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	33
3.1 CÁLCULO DE ARQUEO.....	33
3.2 CÁLCULO DEL DESPLAZAMIENTO EN ROSCA.....	38
3.3 ESFUERZOS CORTANTES Y MOMENTOS FLECTORES.....	39

3.4	EXPERIENCIA DE ESTABILIDAD.....	42
3.5	ESTABILIDAD A GRANDES ANGULOS.....	45
4	PROCESO CONSTRUCTIVO.....	45
4.1	MADERAS SELECCIONADAS.....	48
4.2	CÁLCULO JUSTIFICATIVO DEL ESCANTILLONADO.....	58
4.3	TECNOLOGIA DE CONSTRUCCIÓN APLICADA EN LA ÉPOCA.....	85
5	VALORACIÓN ECONÓMICA. PRESUPUESTO	90
5.1	COSTE ESTIMATIVO DE CONSTRUCCIÓN Y TRAVESIA	90
6	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	94
6.1	ZONAS DE REFERENCIA DEL CASCO DE UN BUQUE.....	95
6.2	DIMENSIONES PRINCIPALES DE UN BUQUE.....	96
6.3	OTRAS DEFINICIONES DE CARACTERISTICAS DEL BUQUE.....	97
6.4	ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL BUQUE.....	98
7	BIBLIOGRAFIA.....	98
8	PLANOS	
8.1	PLANO DE FORMAS	
8.2	PLANO DE CUBIERTA	
8.3	PLANO BAJO CUBIERTA	
8.4	PLANO ESTRUCTURAL	
8.5	PLANO DE ARBOLADURA	
8.6	PLANO VÉLICO	
8.7	PLANO DEL TIMÓN	
8.8	PLANO DE LA RODA	
8.9	PLANO DE CUADERNAS	

1. DESCRIPCIÓN DEL BUQUE

La carabela es una embarcación a vela ligera usada en los viajes oceánicos en los siglos XV Y XVI.

Esta tipo de embarcación comenzó a usarse para el comercio en España y Portugal. Este tipo de barco estaba basado en los barcos usados por los portugueses. El príncipe de Portugal Enrique "el navegante" emprendió una serie de conquistas en el Atlántico y en Africa a finales del siglo XV. Es probable que las carabelas vengan de los dhows, de las bagras o bagalas árabes, buques con tres palos con vela triangular que se introdujo en España durante la ocupación musulmana en la Península Ibérica. Son más conocidas por ser el tipo de barcos que se utilizó en el descubrimiento de América.

Sus características eran: una embarcación ligera, alta y larga, estrecha de aparejo redondo o latino y contaban con tres mástiles, sobre una sola cubierta y elevado castillo de popa. Su velocidad media era de unos 8 nudos.

Las carabelas no necesitaban remeros pero alguna podría albergar en cubierta cuatro remeros larguísimos para cuando fuera preciso usarlos. Los baos no asumoban por los costados y rara vez tenían castillos de proa o popas elevadas.

En cuanto al velamen podíamos encontrar la combinación de la vela latina con la vela cuadrada, obteniendo un modelo conocido como la carabela redonda. Algunas reproducciones muestran las carabelas con tres velas latinas o simplemente dos.

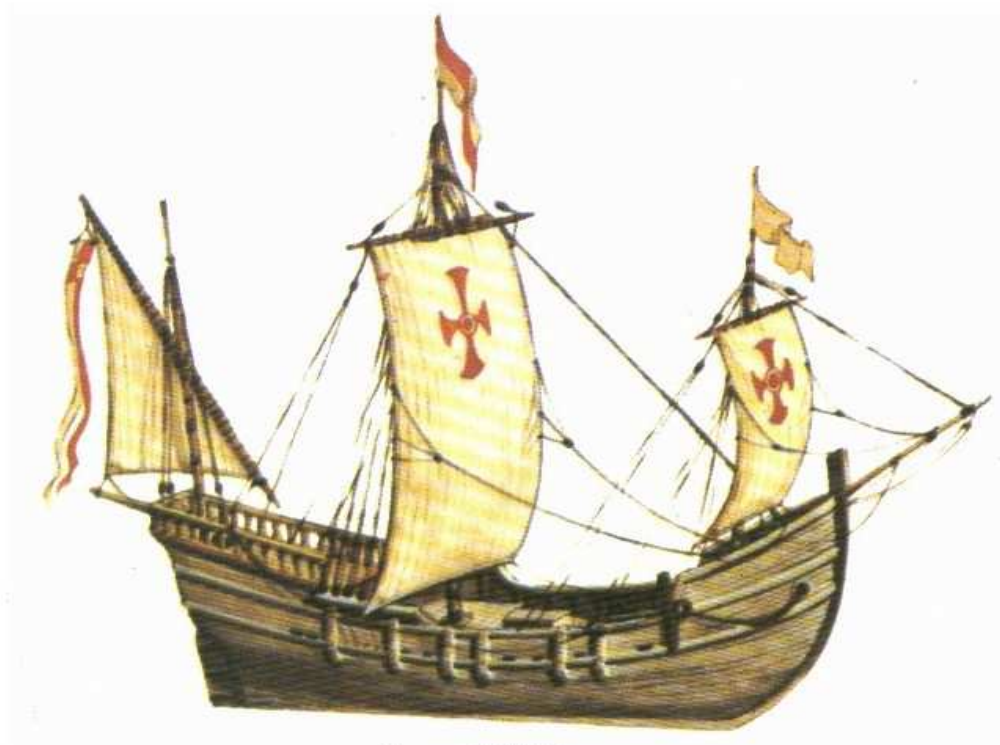
Cuando el viento viene de cara la vela cuadrada no puede ceñirse al viento más que en un 50% en una nave bien equilibrada y con una tripulación experta. Es fácil que esta nave se deje llevar a la deriva. La vela latina puede ceñirse muy bien a l viento y no se mueve a la deriva.

Por el contrario cuando llevamos viento favorable , por popa la vela cuadrada capta el viento en su totalidad y avanza con un movimiento uniforme, cosa que la vela latina como la presión es desigual hace que le sea mas difícil mantener el mismo rumbo.

1.1 HISTORIA

La carabela "La Niña" fue mandada construir en 1488 por el armador Juan Niño, con maderas de pino y caparro de los montes de mogueres, en los antiguos astilleros de ribera de Moguer. En su botadura sobre el río Tinto, la nave recibió el nombre de Santa Clara aunque en años posteriores se llamaría como sus propietarios los hermanos Niño.

Los hermanos Niño participaron activamente en el viaje América. Una vez superadas las primeras reticencias al proyecto de Cristóbal Colón, éstos se convirtieron en defensores del viaje y convencieron a la marinería de Moguer para que se alistaran en el viaje. Los preparativos del viaje se comenzaron en julio de 1492 en el puerto de Ribera.



La Niña

1.2 PRIMER VIAJE

La Niña partió de Palos de la Frontera el 3 de agosto de 1492 capitaneada por Vicente Yáñez Pinzón con Juan Niño como propietario y maestro con una 22 personas a bordo.

Esta primera etapa termina en las Islas Canarias, donde recibe unas reparaciones: se transforma el velamen latino por velas cuadradas, se le instaló junto con sus palos de trinquete, mayor y contramesana un nuevo palo de mesana. Las velas de la Niña carecían de rizos, por lo que no tenían un sistema de cabos que permitiera reducir la superficie en caso de fuerte viento. Las jarcias que sostenían los palos estaban enganchados en los costados del buque.

Las naves partieron el día 6 de septiembre con el propósito de Colón de viajar hacia el sur para evitar los vientos del oeste que soplaban en latitudes mayores, entre los paralelos 25 y 30 estos vientos no se dan.

Este viaje duró poco más de cinco semanas casi siempre con vientos favorables, contando con el mérito de Colón que con tan solo una brújula para poder fijar el rumbo , los navegantes averiguaban el paralelo en el que se encontraban mediante la observación y cálculo del ángulo de visión de ciertos astros como la Estrella Polar, la distancia recorrida era calculada de forma aproximada y con estos datos encontraban el meridiano en el que se encontraban y situaban la nave en el mapa.

Este viaje tiene muchas leyendas, se ha dicho que Colón conocía muchos más datos sobre lo que se podría encontrar al otro lado, que sabía que encontraría tierra al otro lado del Atlántico que al no haber sido así, no se hubiera aventurado.

El 12 de octubre de 1492 se culmina el viaje del descubrimiento del Nuevo Mundo. Tras el encallamiento de la carabela Santa Maria el 25 de diciembre de 1492. La Niña se convirtió en la nave capitana de la expedición. Cristobal Colón la elige por ser la mas velera de la expedición tal y como menciona el 12 de febrero en su diario " si no fuera la carabela diz que muy buena e bien aderezada, temiera perderse". En América Coón recorrió el mar Caribe llegando a Cuba o lo que es hoy Republica Dominicana .

El 15 de enero de 1493 la expedición inició su regreso a España, sobre el 14 de febrero a la altura de las Islas Azores se cruzaron con una tempestad que estuvo a punto de hacer naufragar las embarcaciones.

Tras llegar a puerto de Palos el 15 de marzo de 1493, Colón se encaminó junto con su tripulación hacia Moguer para cumplir el voto realizado con la virgen del monasterio de Santa Clara y cumplir su vigilia por no haber naufragado.

1.3 SEGUNDO VIAJE

El 25 de septiembre de 1493 se inicia el segundo viaje, este nuevo viaje no sería solo de exploración sino también de conquista. Con los marineros también iban colonos ansiosos de riquezas, religiosos para convertir a los nativos, animales domésticos y plantas para cultivar aquellas tierras.

Los descubrimientos de este segundo viaje son Jamaica y la costa sur de Cuba. Este viaje provocó muchas revueltas entre los españoles que no encontraban riquezas (oro y especias) tan rápido como pensaban y con los nativos porque habían sido maltratados y robados por los colonos.

En este viaje viajaban 17 naves con 1500 hombres, estos pasaron por la Isla de Gran Canaria, La Gomera y El Hierro. El 11 de octubre continuaron navegando durante 22 días hasta el 3 de noviembre que llegaron a la isla Dominicana, en el mar Caribe. Luego bordearon la isla de Monserrat, Antigua, Nevis, San Cristobal, San Eustaquio, Santa Cruz y Vírgenes.

El 19 de noviembre de 1493, llegaron a la isla de Borinquen o Karukera, a la que Colón llamó San Juan Bautista y hoy conocemos como Puerto Rico. Después de bordear su costa norte, enrumbo hacia la isla La Española (Santo Domingo).

El 27 de noviembre Colón llegó donde construyó el fortín Navidad, pero lo encontró destruido por las ordenes del cacique Caonabó.

El 7 de diciembre, zarpó de Navidad hacia oriente en busca de un lugar para fundar una ciudad. El 2 de enero de 1494 llegó a una amplísima ensenada donde fundó La Isabela, la primera ciudad cristiana en el nuevo Mundo. Poco después envió una expedición al mando de Alonso de Ojeda, en busca de oro y el 20 de enero regresó con buenas noticias.

A finales de enero regresaron hacia España unos 400 hombres en 12 barcos, al mando iba Antonio Torres, quien llevó oro, especias y cartas de Colón para los Reyes Católicos. Mientras tanto en la isla de Isabela tras un gran descontento y enfermedades al mando de Bernal Díaz se intentó un amotinamiento contra Colón, pero lograron apresarlo.

El 12 de marzo se inicia una expedición a la región de Cibao, donde fundó el fortín de Santo Tomás y dejó 50 hombres pero no tuvieron mucha suerte, entonces preparó 3 barcos para una expedición a Cuba.

El 29 de abril Colón llega a Cuba, bordeó su costa sur y a la altura de Santiago de Cuba viró hacia el sur rumbo a Jamaica donde llegó el 5 de

mayo. En marzo de 1495 inició una sangrienta represión, con la cual se logró capturar al cacique Caonabó. Después de esto, fundó fortines y siguió buscando oro hasta que regresó a España.

Zarpó de la Isabela el 10 de marzo de 1496 con dos barcos (la Niña y la Santa Cruz). Dejó como gobernador a su hermano Bartolomé Colón y como alcalde a Francisco Roldan, llegó a Cádiz el 11 de junio de 1496



1.4 TERCER VIAJE

El tercer viaje se inicia el 30 de mayo de 1498, al mando de 8 barcos y 226 personas. El primer punto de llegada fueron las islas Gomera y Hierro y de allí se dirigió hacia Cabo Verde. El 31 de julio avistó una isla que Colón llamó Trinidad, llegó a Venezuela y conoció la desembocadura del río Orinoco.

Al llegar a la isla de Santo Domingo (fundada por su hermano Bartolome Colón en 1496) se encontró con problemas con los indígenas y Francisco Roldan al que tuvo que reconocerlo como alcalde.

El descontento de los colonos aumentaba por no encontrar más riquezas en aquellas tierras y el aumento de enfermedades. Estos mandaban cartas y emisarios a España acusando a Colón de ocultar riquezas y conspirar contra la corona. Sus hermanos Bartolomé y Diego eran acusados de abusos y malos manejos. Al enterarse los Reyes Católicos, enviaron a Francisco Bobadilla como juez en 1500 para ver aquellas denuncias.

Los tres hermanos fueron embarcados en el barco La Gorda, donde llegaron encadenados el 25 de noviembre de 1500 a Cádiz. Más tarde la reina Isabel la Católica los liberó pero despojó de todos sus privilegios de la Capitulación de Santa Fe de 1492.

1.5 CUARTO VIAJE

Cristóbal Colón zarpó de Cádiz el 9 de mayo de 1502, al mando de cuatro carabelas y 150 hombres. Pasó por las Islas Canarias, el 5 de junio llegó a la isla, Martinica, bordeó La Española y Jamaica. el 30 de julio llegó a una tierra que llamó Honduras donde tras fuertes tormentas se aumentaron sus dolores articulares.

Siguieron navegando cuando pararon las tormentas y llegaron a Nicaragua, Costa Rica y Panamá. En enero de 1503 fundó un fortín que llamó Santa María de Belén pero fueron atacados por Quibián y el 12 de mayo abandonó el fortín y llegó al archipiélago de Jardines de la Reina, cerca de Cuba. Tras la lucha mandó una flota de canoas para pedir ayuda en Santo Domingo y La Española.

La situación de los colonos era nefasta con los indígenas, estos estaban enfadados por agotar sus reservas de comida. En todo este mal estar Colón vió que el 29 de febrero de 1504 ocurriría un eclipse lunar con lo que reunió a los caciques indígenas y les dijo que eso estaba ocurriendo porque los indígenas no servían bien a los colonos, estos se lo tomaron muy en serio y juraron dar todo lo que pidieran a los españoles.

El 26 de junio de 1504 el barco de Diego Méndez llegó para recatarlo y el 29 de junio Colón se fue hacia Jamaica. Fue recibido por Nicolás Ovando quien no le quiso dar los barcos que necesitaba.

El 12 de octubre de 1504 Colón toma rumbo a España donde llega a San Lucár de Barrameda el 7 de noviembre de 1504 enfermo, triste y derrotado.

1.6 DESCUBRIMIENTO DE AMERICA, "V CENTENARIO"

En 1983 se emprende un nuevo proyecto entre la Comisión Nacional Española y la Sociedad Estatal del Quinto Centenario junto con la Armada Española para la construcción de las réplicas de las naves del descubrimiento con dos objetivos principales: 1) Repetir el primer viaje de Cristóbal Colón y los hermanos Pinzones, reproduciendo fielmente la ruta en los meses de agosto, septiembre y octubre de 1492. 2) Potenciar la investigación sobre las naves del descubrimiento y la vida de los navegantes del siglo XV Y XVI .

Tras varios años de estudio, se hicieron varios proyectos , pero se trabajó con el del exdirector del Museo Marítimo de Barcelona, José María Martínez Hidalgo.

Los trabajos son encargados al ingeniero naval de la Armada Capitán de Navío D. Jose Luis López Martínez en el Arsenal de Cartagena, se querían conseguir unas réplicas de alta calidad tanto técnicas como históricas.

Los materiales usados son los mismos que se utilizaron por los carpinteros en el siglo XV

ESTRUCTURA, PALOS, TIMÓN ➡ ROBLE

FORROS ➡ PINO

JARCIAS ➡ CAÑAMO

CLAVAZON ➡ HIERRO

VELAS ➡ LINO

CALAFATEADO ➡ ESTOPA DE CAÑAMO

El acto de botadura fue amadrinado por la Familia Real Española, La Niña bajó de la grada el 4 de octubre y su madrina fue la infanta Elena.

Dimensiones:

ESLORA= 21.40m

Manga máx= 6.28m

Puntal= 2.00m

Desplazamiento en rosca= 48.66 tons

Desplazamiento máximo= 100.30m

Altura palo mayor sobre cubierta= 16.00m

Palo trinquete sobre el castillo= 9.80m

Palo mesana sobre la tolda= 8.15

Superficie { vela mayor= 115.70m²
Vela trinquete= 40.60m²
Vela mesana= 22.55m²

Para la estabilidad de las naves del V Centenario se pasaron pruebas oficiales de estabilidad, obteniendo los pares adrizantes. Para La Niña fueron de 83º balance medio.

En cuanto a la navegación, tras navegar 10.000 millas con toda clase de mar y viento LaNiña podía navegar hasta 70º de viento, ángulo de ceñida muy satisfactorio.

Cuadro de avance medio:

Velocidad viento	10 nudos	15	20	25	30
Velocidad nave	2,5 a 3 nudos	4	5	6	7

2- CARACTERIZACIÓN DEL BUQUE. DISEÑO.

2.1 PLANO DE FORMAS

Para poder determinar las características del buque tenemos que hacer el plano de formas, la cartilla de trazado y con ellos las curvas hidrostáticas.

La representación gráfica de las formas del casco del buque se realiza de acuerdo con las normas del sistema de planos acotados, con las vistas proyectadas sobre los tres planos de un sistema de ejes cartesianos, y reciben el nombre de planos de formas.

Los tres planos ortogonales son los siguientes:

- El plano longitudinal, coincidente con el plano de simetría del buque o plano de crujía. Sobre este plano se proyectan las secciones longitudinales correspondientes a la intersección de la carena con planos paralelos al longitudinal. Una buena práctica es la de utilizar tres secciones longitudinales además del plano diametral.

- El plano horizontal, coincidente con el plano de la superficie del agua o plano de la flotación. Sobre este plano se proyectan las secciones horizontales o líneas de agua correspondientes a la intersección de la carena con planos paralelos al horizontal. Una buena práctica es utilizar siete líneas de agua equiespaciadas hasta la flotación de proyecto, comenzando con la línea de agua 0, coincidente con el plano base, y utilizando alguna línea adicional a mitad del intervalo como línea de agua $\frac{1}{2}$.

- El plano transversal, perpendicular a los dos anteriores, donde se proyectan las secciones transversales o cuadernas de trazado correspondientes a la intersección de la carena con planos paralelos al plano transversal. Una buena práctica es trazar 21 secciones equiespaciadas comenzando a enumerar por la 0 la correspondiente a la perpendicular de popa, y terminando con el 20 en la perpendicular de proa.

Son la representación de las formas de un buque proyectado sobre tres planos coordenados, debido a que no satisfacen dichas formas a ninguna ley analítica (actualmente se ha conseguido la representación de dichas formas mediante **ecuaciones**). La superficie que se representa en dichos planos es la de fuera de miembros del buque en general, y si los planos se trazan con arreglo a los procedimientos franceses, la superficie que se representa es la de fuera de forros.

2.2 CARTILLA DE TRAZADO

La cartilla de trazado es una tabla de puntos contenidos en la superficie de la carena. Cada punto está definido por sus tres coordenadas referidas a un sistema de ejes cartesianos en el espacio. En esta tabla o malla de puntos, cada uno de ellos corresponde a la intersección de dos líneas contenidas en la superficie del casco, que pueden ser:

- Líneas de agua con cuadernas de trazado.
- Vagras planas con cuadernas.
- Tangencia de fondo plano o de costado plano con cuadernas de trazado.
- Vagras de doble curvatura con cuadernas de trazado.
- Contornos de proa y popa con líneas de agua o cuadernas de trazado
- Otros

flotación	Sec0	Sec1/2	Sec1	Sec2	Sec3	Sec4	Sec5	Sec6	Sec7	Sec8	Sec9	Sec9/2	Sec10
½	0	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0	-	-
1	0	0,12	0,20	0,87	1,55	2,06	2,32	2,25	1,75	0,78	0	-	-
2	0	0,12	0,71	1,74	2,38	2,66	2,75	2,75	2,36	1,46	0	-	-
3	0	0,38	1,37	2,38	2,76	2,92	3,01	2,98	2,70	1,91	0,45	0	-
4	0	1,18	2,04	2,66	2,92	3,05	3,10	3,08	2,85	2,22	0,76	0	-
5	0	1,86	2,33	2,73	2,95	3,07	3,14	3,12	2,96	2,41	1,03	0,12	0
6	0	2,14	2,40	2,75	2,95	3,06	3,12	3,11	3,00	2,53	1,25	0,22	0
7	0	2,14	2,36	2,71	0	-	-	-	0	2,63	1,45	0,44	0
8	0	2,17	2,37	2,68	0	-	-	-	-	0	1,61	0,60	0

En ella se definen las dimensiones principales del buque eslora, manga, puntal, calado, distancia entre líneas de agua y secciones de trazado y si tiene asiento de trazado también su valor. El forro se define por las semimangas, distancias de los puntos del mismo al diametral, obtenidos los puntos por la intersección de las líneas de agua y las secciones.

2.3 CURVAS HIDROSTATICAS

Las curvas hidrostáticas no son más que unos diagramas que representan distintas características geométricas del buque, calculadas a partir del plano de formas o de la cartilla de trazado. En un sentido amplio podemos considerar tres grupos o familias de curvas:

- A) Las curvas hidrostáticas normales, conocidas como carenas rectas.
- B) Las curvas de Bonjean
- C) Las curvas transversales de estabilidad, más conocidas como curvas KN o carenas inclinadas.

Son unas curvas o diagramas que representan determinados parámetros del buque en función del calado T , con la característica típica de que el calado se pone en el eje de ordenadas. Son las siguientes:

1. Área de flotación (A_f)
2. Tonelada por centímetro de inmersión (TCI)
3. Abscisa del centro de gravedad (c.d.g)
4. Volumen de trazado (∇)
5. Desplazamiento de trazado
6. Desplazamiento total (Δ)
7. Ordenada del centro de carena (c.d.c) (KB)
8. Abscisa del centro de carena ($\emptyset B$)
9. Radio metacéntrico transversal (BMt)
10. Radio metacéntrico longitudinal (BMI)
11. Momento para alterar el trimado un centímetro (MTC)
12. Coeficientes de formas ($\delta, \beta, \varphi, \omega$)
13. Superficie mojada

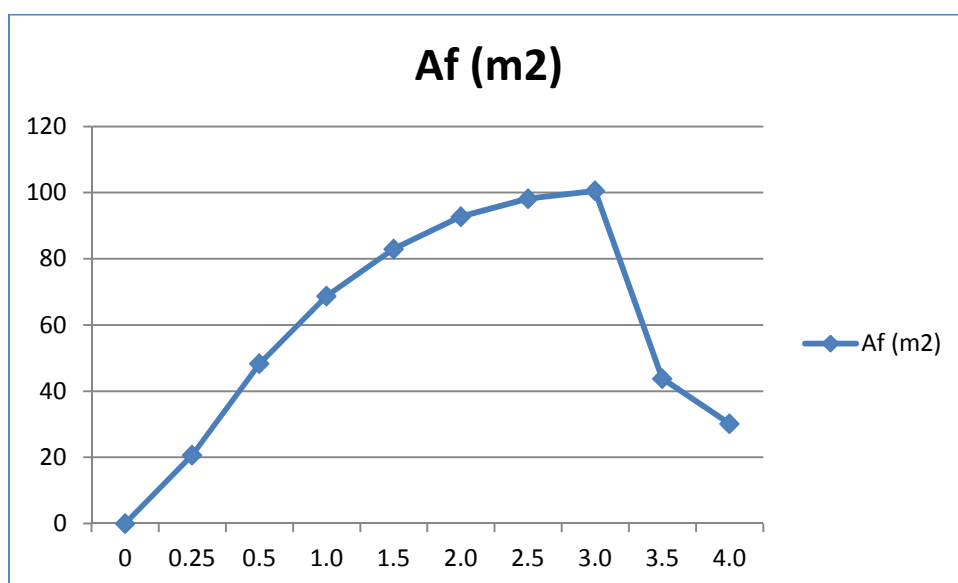
2.3.1 ÁREA DE FLOTACIÓN

Es la curva básica para obtener todas las demás. Para un calado dado, el área de la flotación se obtiene de las distintas semimangas, pues lo normal es que la flotación se asimétrica a lo largo de la eslora en la flotación correspondiente a ese calado.

$$A_f = 2 \int y \cdot dx \quad ; \text{ siendo " } y \text{ " las semimangas}$$

T (m)	Af (m ²)
0	0
0.25	2.07162
0.5	48.320875
1.0	68.7635573
1.5	82.9780747
2.0	92.7492853
2.5	98.192336
3.0	100.523717
3.5	43.7442187
4.0	30.1501387

Gráfica de la relación entre el calado y el área de flotación



2.3.2 TONELADA POR CENTIMETRO DE INMERSIÓN (TCI)

Esta curva nos intenta decir las toneladas que hay que cargar o descargas para variar el calado 1centimetro.

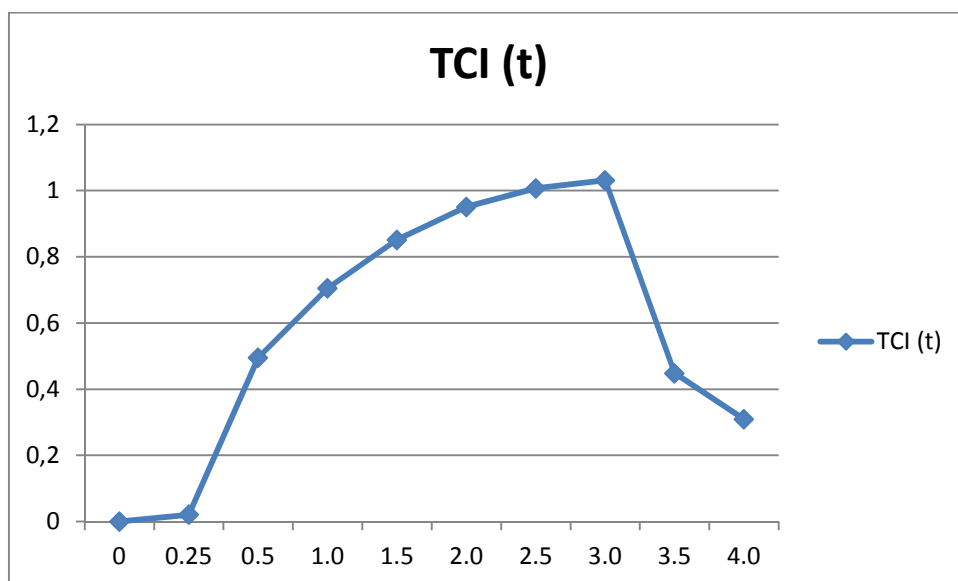
Af en m²

T (m)	TCI (t)
0	0,0
0,25	0,021
0,5	0,495
1,0	0,705
1,5	0,851
2,0	0,951
2,5	1,007
3,0	1,031
3,5	0,448
4,0	0,309

$$TCI = \frac{Af \cdot \gamma}{100}$$

γ en t/m³

Gráfica de la relación entre el calado y las toneladas por centímetro de inmersión



2.3.3 ABCISA DEL CENTRO DE GRAVEDAD

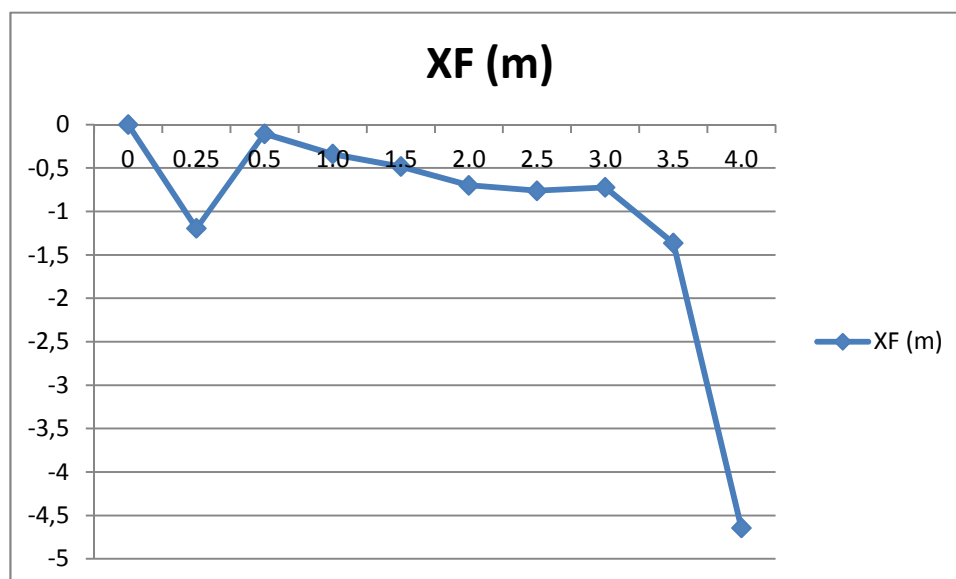
La posición del centro de gravedad de las distintas flotaciones se obtiene dividiendo el momento estático de esta área, respecto del origen que estemos considerando, entre el área.

A veces se toma como referencia la sección media y otras la perpendicular de popa.

T (m)	XF (m)
0	0
0.25	-1,194
0.5	-0,106
1.0	-0,339
1.5	-0,484
2.0	-0,699
2.5	-0,761
3.0	-0,723
3.5	-1,363
4.0	-4,641

$$\bar{X}F = \frac{m\bar{x}}{A_f}$$

Grafica de la relación entre la abscisa del centro de gravedad y el calado



2.3.4 VOLUMENES Y DESPLAZAMIENTOS

El **volumen** de trazado, correspondiente a cada flotación, es el volumen que se calcula con las lecturas del plano de formas o de la cartilla de trazado. Para ello antes tendremos que calcular la función $A_f = f(T)$.

$$V = \int A_f \cdot dz$$

El volumen también se podría calcular a partir del área de las secciones para ese calado

$$V = \int A_s \cdot dx$$

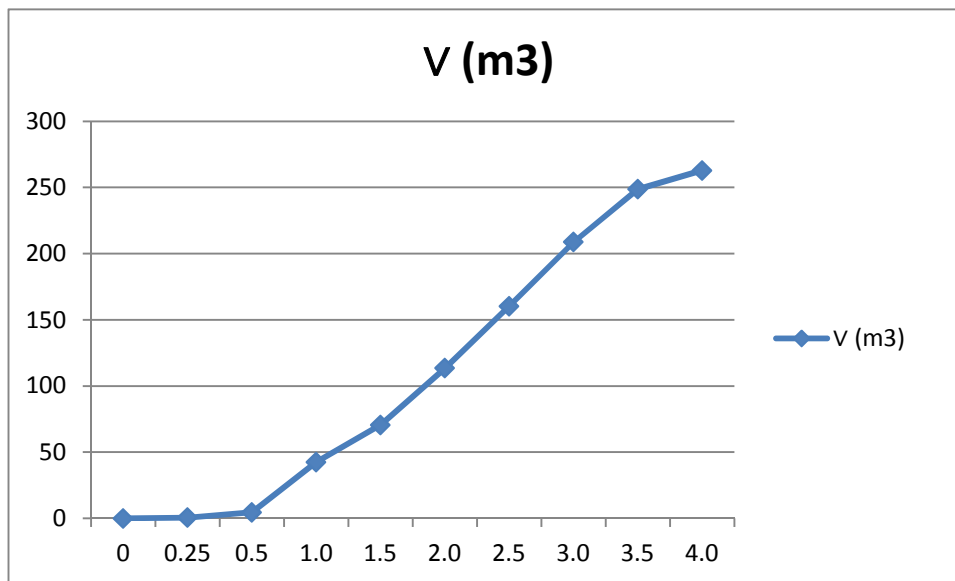
El **desplazamiento** (toneladas) se calcula multiplicando el volumen de carena (m^3) por el peso específico supuesto γ (normalmente 1,025 o 1,026 t/m^3) constante.

$$\Delta = \gamma \cdot V$$

Por tanto en esta curva lo que en realidad se representa es la función $v=f(T)$, de ahí que a la función volumen de carena, en algún sitio se le llame desplazamiento en agua dulce.

T (m)	v (m^3)
0	0
0.25	0,644
0.5	4,597
1.0	42,567
1.5	70,607
2.0	113,569
2.5	160,302
3.0	208,824
3.5	248,677
4.0	262,851

Grafica de la relación entre el volumen de trazado y el calado

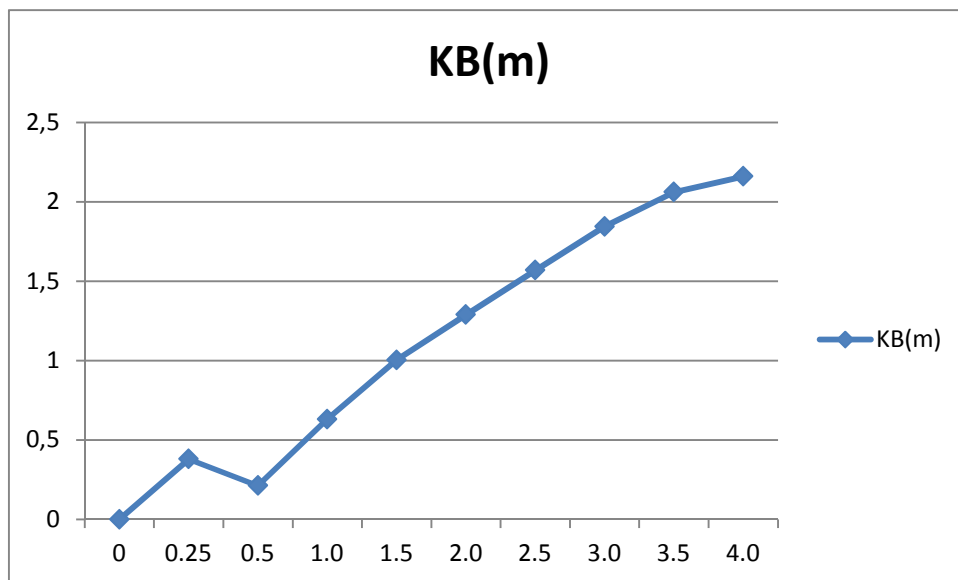


2.3.5 ORDENADA DEL CENTRO DE CARENA

Por definición de centro de gravedad $KB = \frac{Mk}{V}$ siendo Mk el momento estático del volumen de carena respecto al plano base.

T (m)	KB(m)
0	0
0.25	0,380
0.5	0,213
1.0	0,631
1.5	1,004
2.0	1,289
2.5	1,569
3.0	1,844
3.5	2,060
4.0	2,159

Grafica de la relación entre el centro de carena y el calado.



2.3.6 ABSCISA DEL CENTRO DE CARENA

Si tomamos como referencia la posición X,

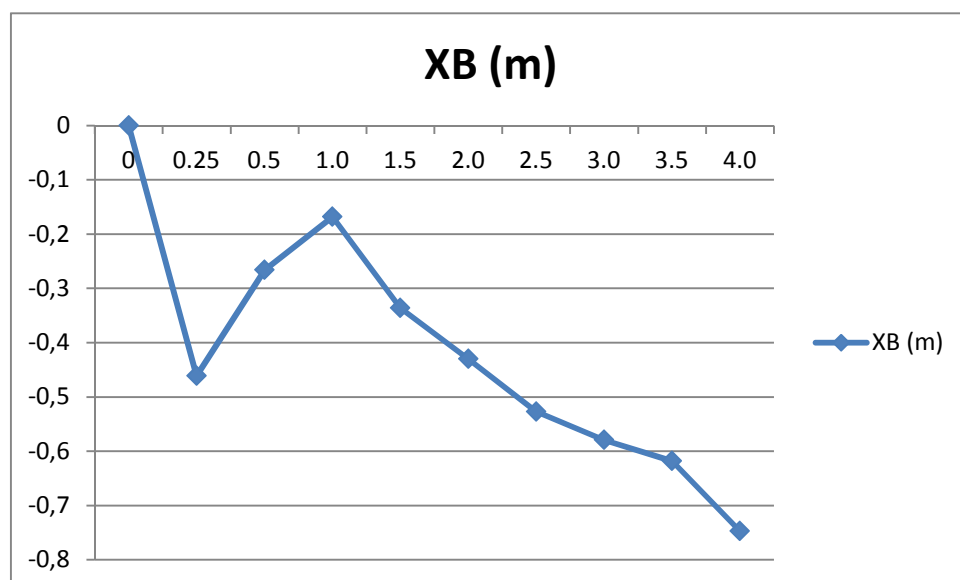
$$XB = \frac{Mx}{v}$$

siendo

Mx el momento estático del volumen de carena respecto a X

T (m)	XB (m)
0	0
0.25	-0,461
0.5	-0,266
1.0	-0,168
1.5	-0,336
2.0	-0,430
2.5	-0,527
3.0	-0,579
3.5	-0,618
4.0	-0,747

Grafica de la relación entre la abscisa del centro de carena y el calado.



2.3.7 RADIO METACÉNTRICO TRANSVERSAL

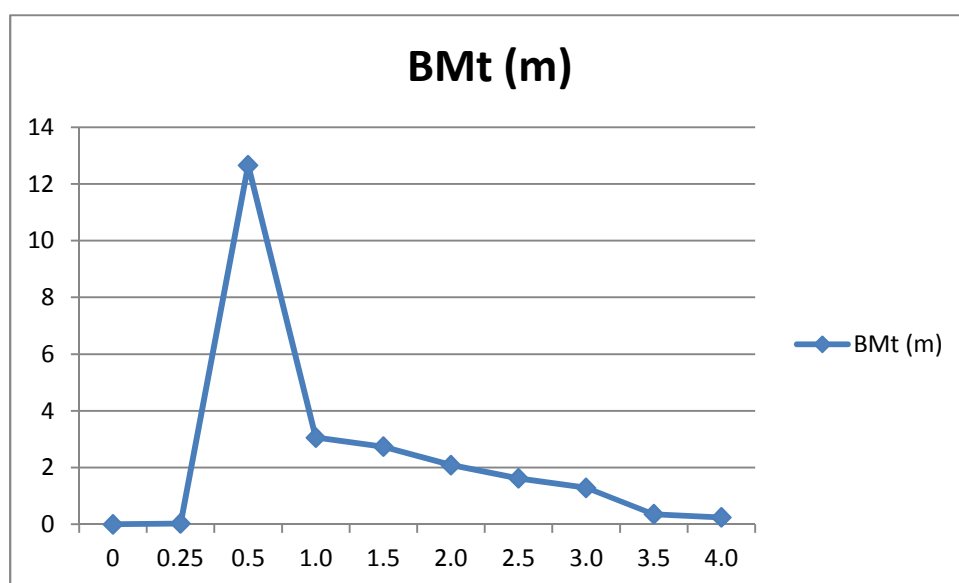
El radio metacéntrico es el radio de curvatura de la curva que describe el centro de carena al girar el buque un ángulo infinitésimo en el plano transversal, manteniendo constante el volumen sumergido y se calcula mediante la expresión:

$$BM_t = \frac{I_t}{v}$$

Siendo I_t el momento de inercia del área de flotación, respecto de un eje OO perpendicular al plano de giro y que pasa por su centro de flotación

T (m)	BMt (m)
0	0
0.25	0,030
0.5	12,66
1.0	3,057
1.5	2,739
2.0	2,086
2.5	1,618
3.0	1,284
3.5	0,358
4.0	0,241

Grafica de la relación entre el radio metacéntrico transversal y el calado.



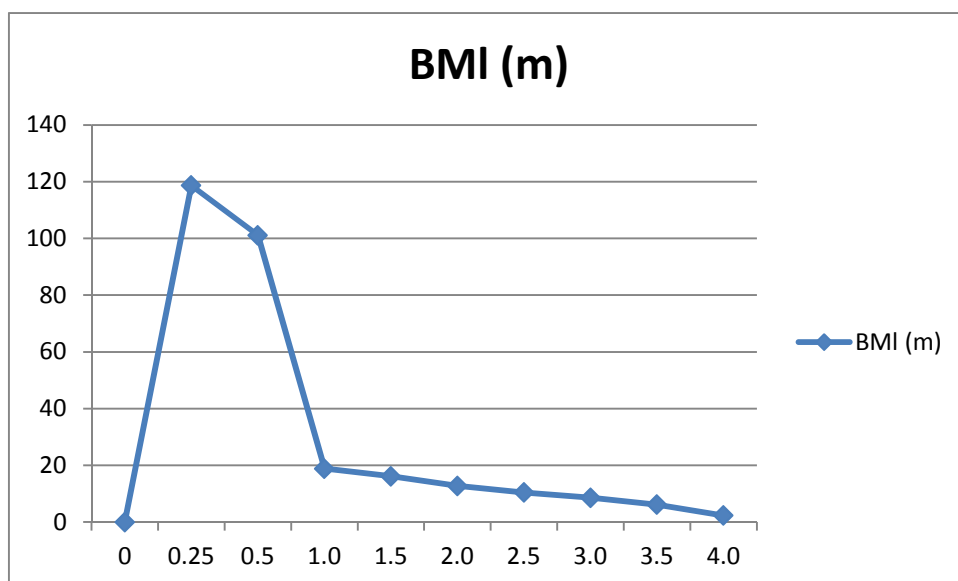
2.3.8 RADIO METACÉNTRICO LONGITUDINAL

El radio metacéntrico longitudinal es igual que el radio transversal salvo que el plano de giro es el longitudinal

$$BMI = \frac{Il}{\nabla}$$

T (m)	BMI (m)
0	0
0.25	118,65
0.5	101,11
1.0	18,87
1.5	16,16
2.0	12,75
2.5	10,42
3.0	8,57
3.5	6,13
4.0	2,31

Grafica de la relación entre el radio metacéntrico longitudinal y el calado



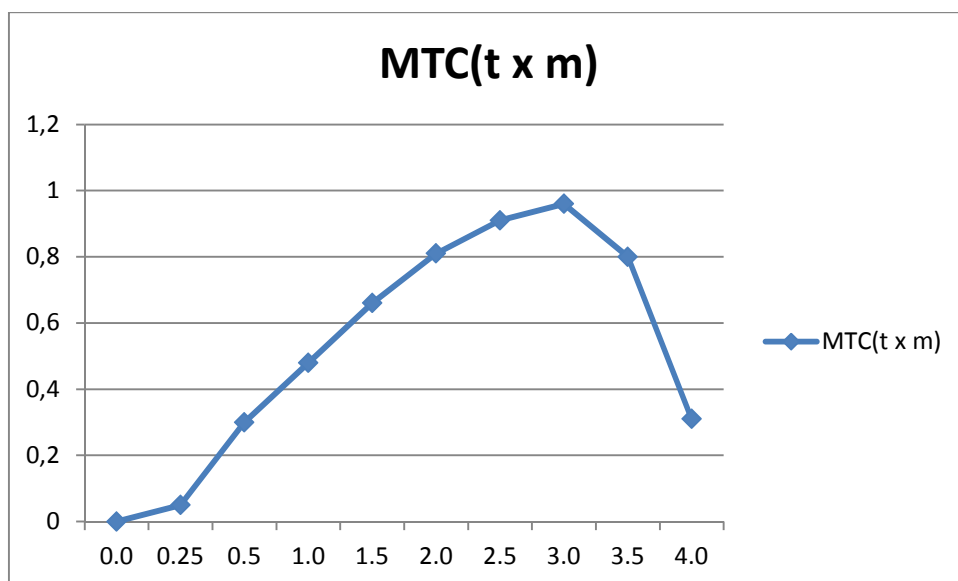
2.3.9 MOMENTO PARA ALTERAR EL TRIMADO UN CENTÍMETRO.

Es el momento necesario para modificar el trimado del buque (diferencia de calados en las perpendiculares) un centímetro para cada flotación y se calcula mediante la expresión:

$$MTC = \frac{I L \cdot x}{100 L}$$

T (m)	MTC(t x m)
0.0	0
0.25	0,05
0.5	0,30
1.0	0,48
1.5	0,66
2.0	0,81
2.5	0,91
3.0	0,96
3.5	0,80
4.0	0,31

Grafica de la relación entre el momento para alterar el trimado un centímetro y el calado



2.3.10 COEFICIENTES DE FORMAS

Para comparar las formas de diferentes buques en construcción naval se suelen utilizar los denominados coeficientes de formas. Estos coeficientes son bastantes útiles en el proceso de diseño del buque. Estos son:

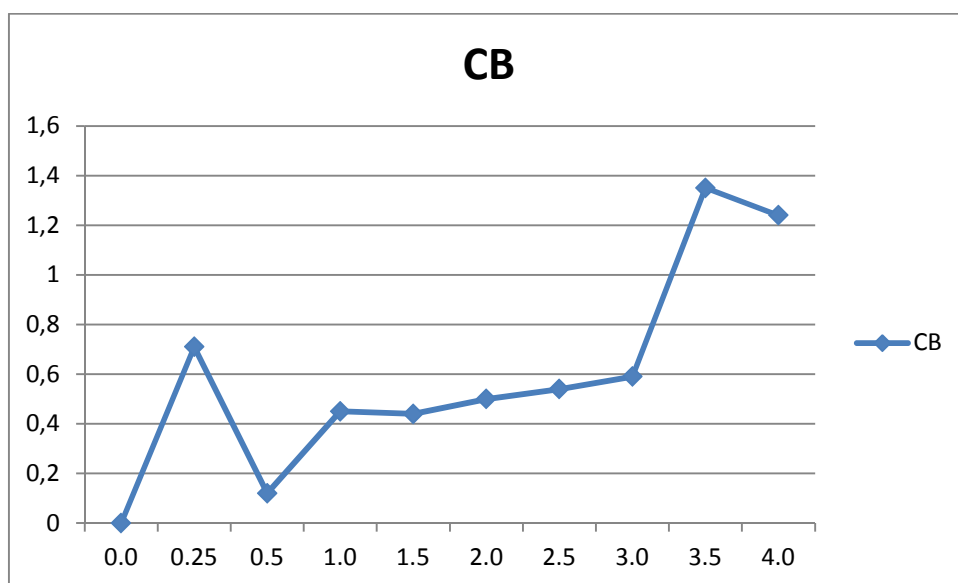
Coeficiente de bloque:

Se define como el ratio entre el volumen del buque y el paralelepípedo cuyas dimensiones son las correspondientes a las dimensiones principales del buque, es decir, eslora (L), manga(B) y calado(T). Los valores de este coeficiente suelen oscilar entre 0.36 y 0.96.

T (m)	CB
0.0	0
0.25	0,71
0.5	0,12
1.0	0,45
1.5	0,44
2.0	0,5
2.5	0,54
3.0	0,59
3.5	1,35
4.0	1,24

$$C_B = \frac{V}{L.B.T}$$

Grafica de la relación entre el coeficiente de bloque y el calado



Coefficiente de la maestra:

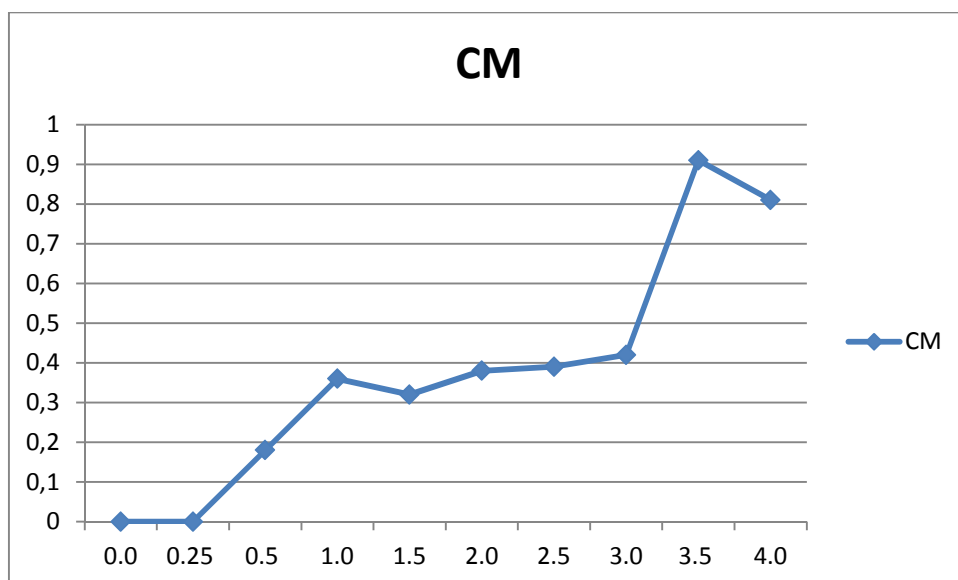
Se define como el ratio entre el área de la sección media del buque (A_m) y el paralelogramo de dimensiones manga (B) y calado (T) que contiene a esta área. El valor de este coeficiente suele estar entre 0.75 y 0.995 para buque normales.

Entendemos como área de la maestra aquella que permanece sumergida en la sección media.

$$C_M = \frac{A_M}{B \cdot T}$$

T(m)	CM
0.0	0
0.25	0
0.5	0,18
1.0	0,36
1.5	0,32
2.0	0,38
2.5	0,39
3.0	0,42
3.5	0,91
4.0	0,81

Grafica de la relación entre el coeficiente de la maestra y el calado.



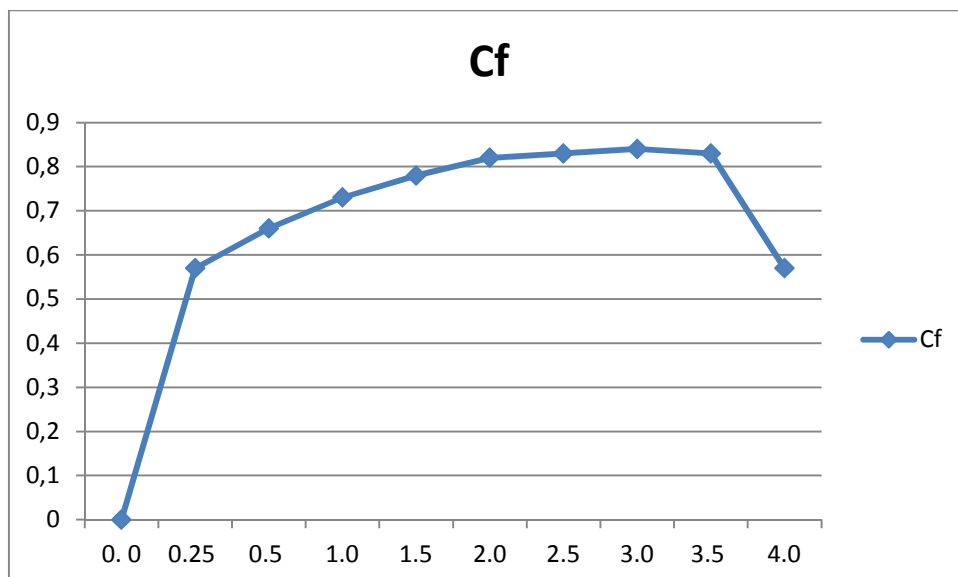
Coefficiente del área de la flotación:

Se define como el ratio entre el área de la flotación del buque y el paralelogramo de dimensiones manga y eslora que contiene esta área. El valor de éste coeficiente suele estar comprendido entre 0.65 y 0.95 para buques normales. Aunque en ocasiones este valor será inferior a los mismos, sobre todo en embarcaciones menores como yates o embarcaiones de a vela.

T (m)	Cf
0.0	0
0.25	0,57
0.5	0,66
1.0	0,73
1.5	0,78
2.0	0,82
2.5	0,83
3.0	0,84
3.5	0,83
4.0	0,57

$$Cf = \frac{Af}{B.L}$$

Grafica de la relación entre el coeficiente de la flotación y el calado.



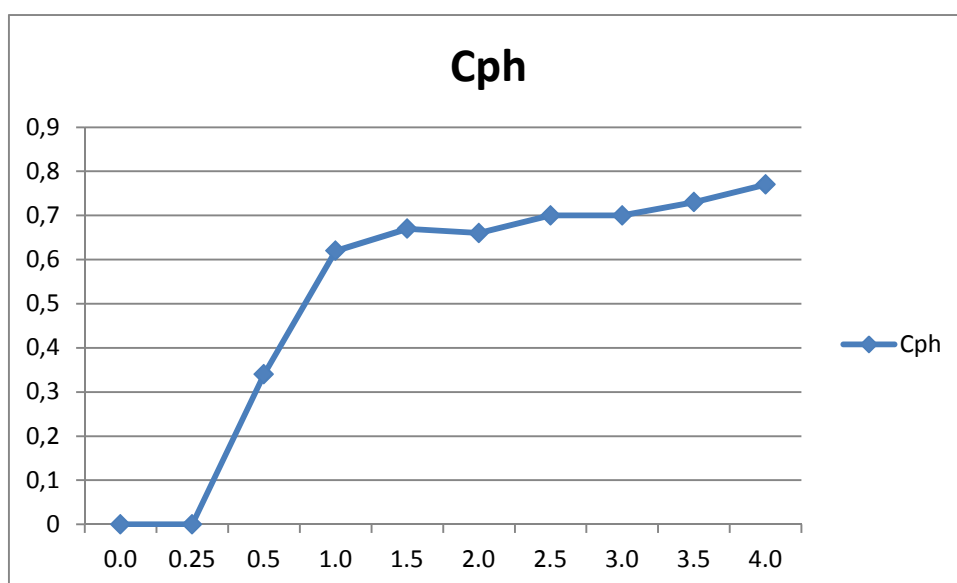
Coefficiente prismático horizontal:

Se define como el ratio entre el volumen del buque y el prisma recto cuya base es el área de la sección media y altura la eslora del buque.

T (m)	Cph
0.0	0
0.25	0
0.5	0,34
1.0	0,62
1.5	0,67
2.0	0,66
2.5	0,7
3.0	0,7
3.5	0,73
4.0	0,77

$$Cph = \frac{V}{AM.L}$$

Grafica de la relación entre el coeficiente prismático horizontal y el calado.



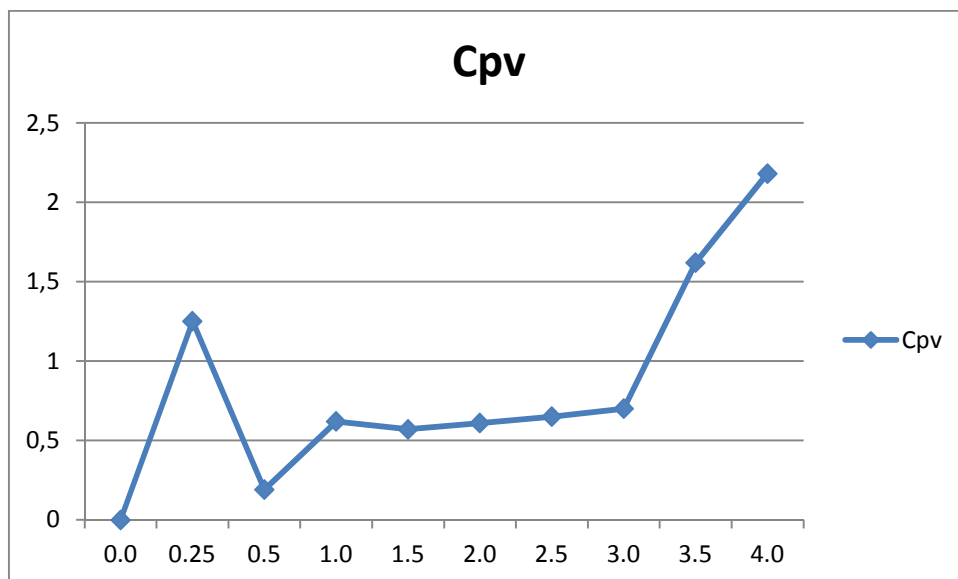
Coeficiente prismático vertical

Se define como el ratio entre el volumen del buque y el prisma recto cuya base es el área de la flotación y altura es el calado del buque.

T (m)	Cpv
0.0	0
0.25	1,25
0.5	0,19
1.0	0,62
1.5	0,57
2.0	0,61
2.5	0,65
3.0	0,7
3.5	1,62
4.0	2,18

$$C_{ph} = \frac{V}{A_f \cdot T}$$

Grafica de la relación entre el coeficiente prismático vertical y el calado.



3. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

3.1 ARQUEO

Es el volumen o espacio cerrado de una embarcación, que se obtiene al efectuar el cálculo correspondiente y cuyo resultado expresa el tamaño de una embarcación y su capacidad utilizable, denominándose ARQUEO BRUTO Y ARQUEO NETO respectivamente.

ARQUEO BRUTO: es la expresión del tamaño total de una embarcación

ARQUEO NETO: es la expresión de la capacidad utilizable de una embarcación.

ARQUEO TOTAL O TONELAJE DE REGISTRO BRUTO (TRB): es el volumen del buque entre el plan y la cubierta alta con todos los espacios cerrados sobre ella.

ARQUEO NETO O TONELAJE DE REGISTRO NETO (TRN): es el que se obtiene restando el TRB a los espacios destinados a los servicios de la embarcación, la unidad de arqueo es la **Tonelada Moorson** , equivalente a 2.83 metros cúbicos.

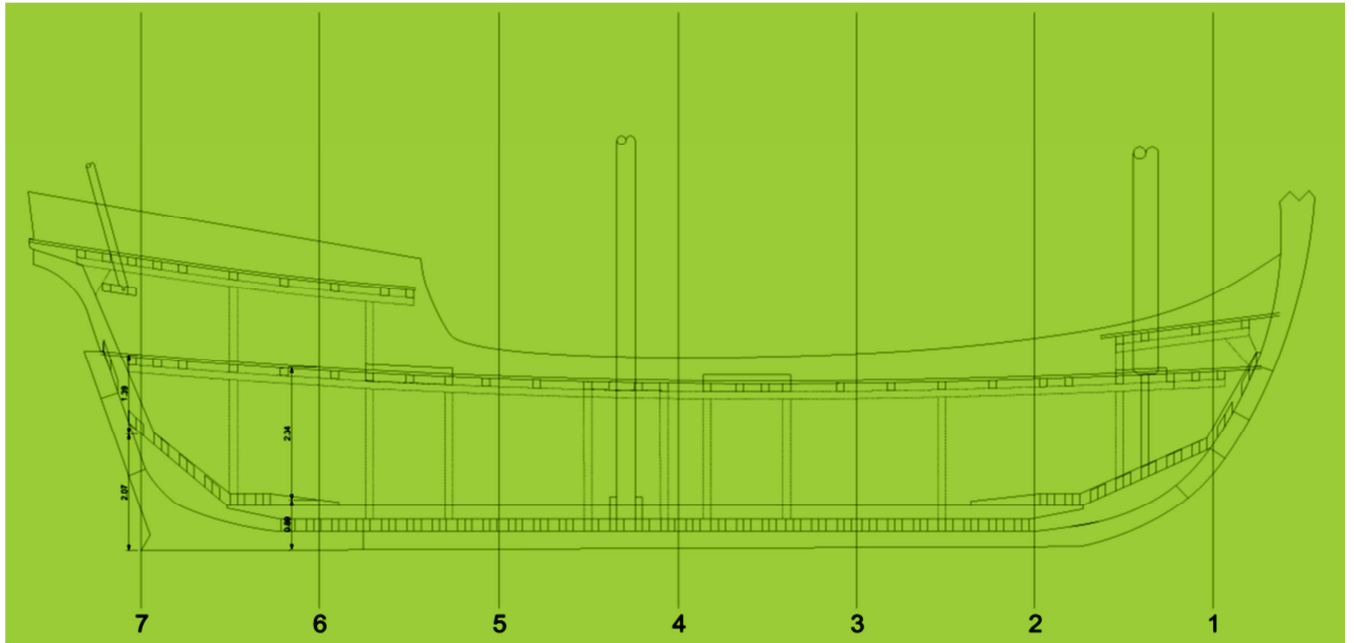
3.1.1 CÁLCULO DE ARQUEO

Para empezar con el cálculo del arqueo haremos 7 secciones, desde la perpendicular de popa hasta la perpendicular de proa.

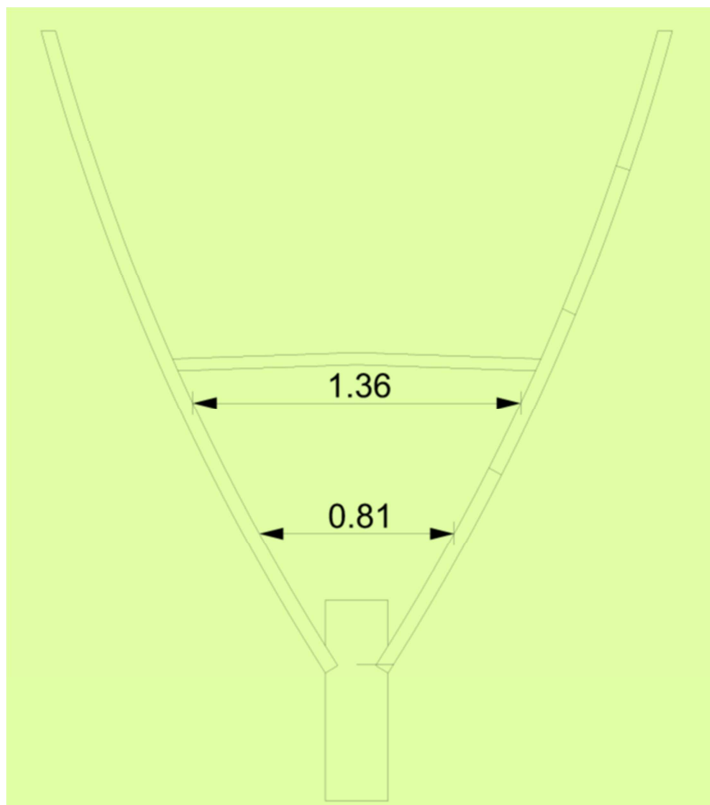
Después una vez obtenidas las mangas, para calcular las áreas de las secciones trabajaremos e integraremos por Simpson y a continuación volveremos a integrar las secciones otra vez por Simpson para conseguir el volumen bajo cubierta.

El volumen sobre cubierta lo calcularemos por el método de los Trapecios y tendremos en cuenta que hay espacios que no se consideran de carga, por eso no consideraremos el castillo de proa ni el de popa y el volumen que nos servirá para el arqueo será el de bajo cubierta.

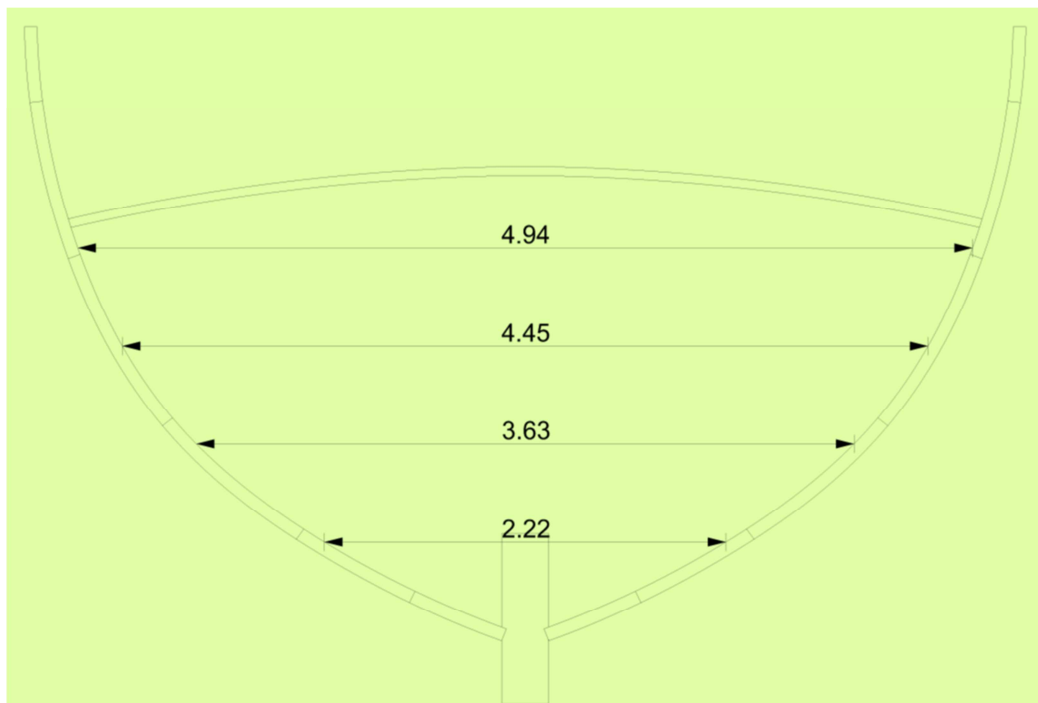
Buque seccionado



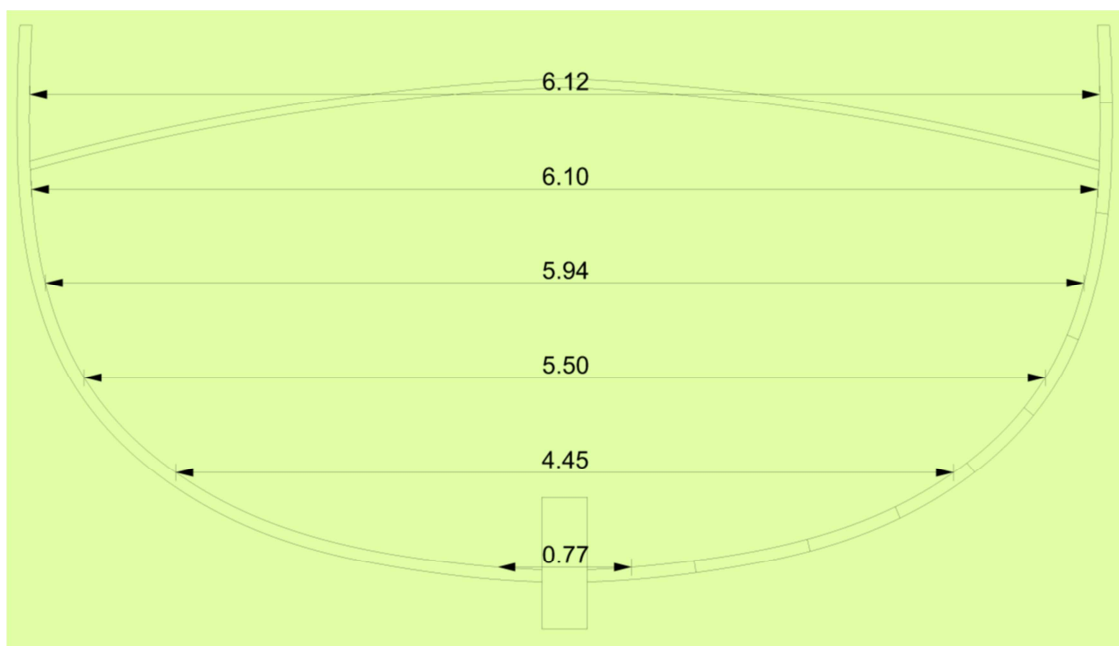
Sección 1



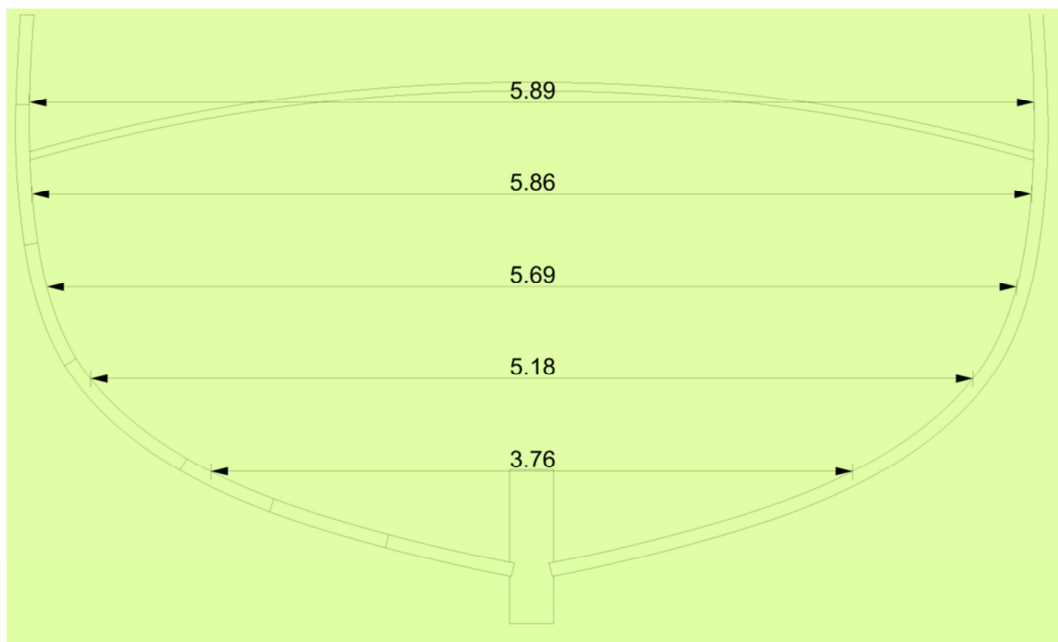
Sección 2



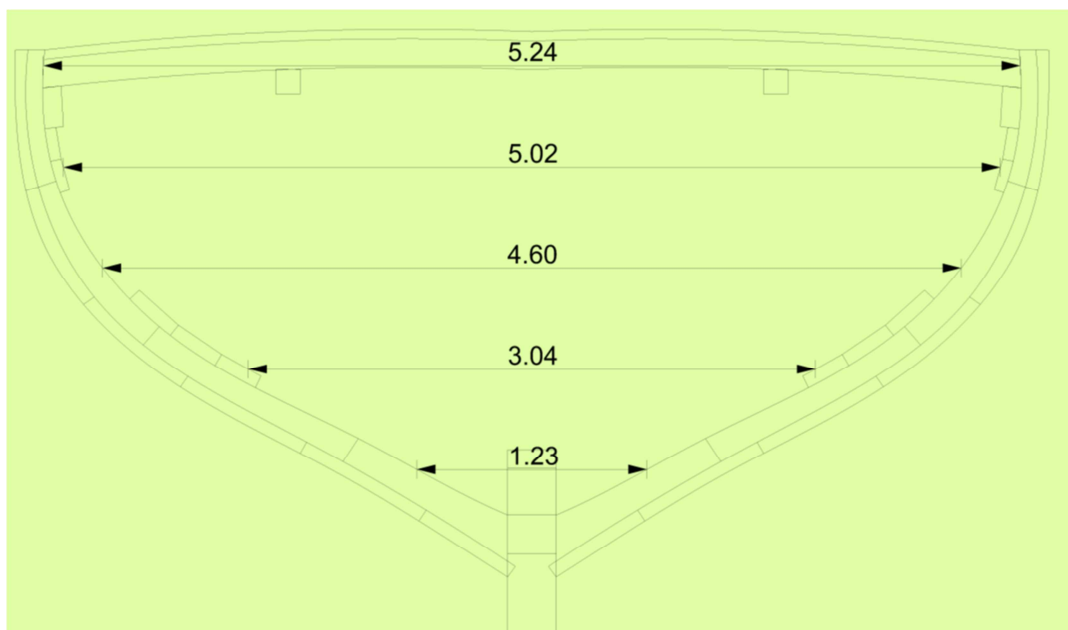
Sección 3



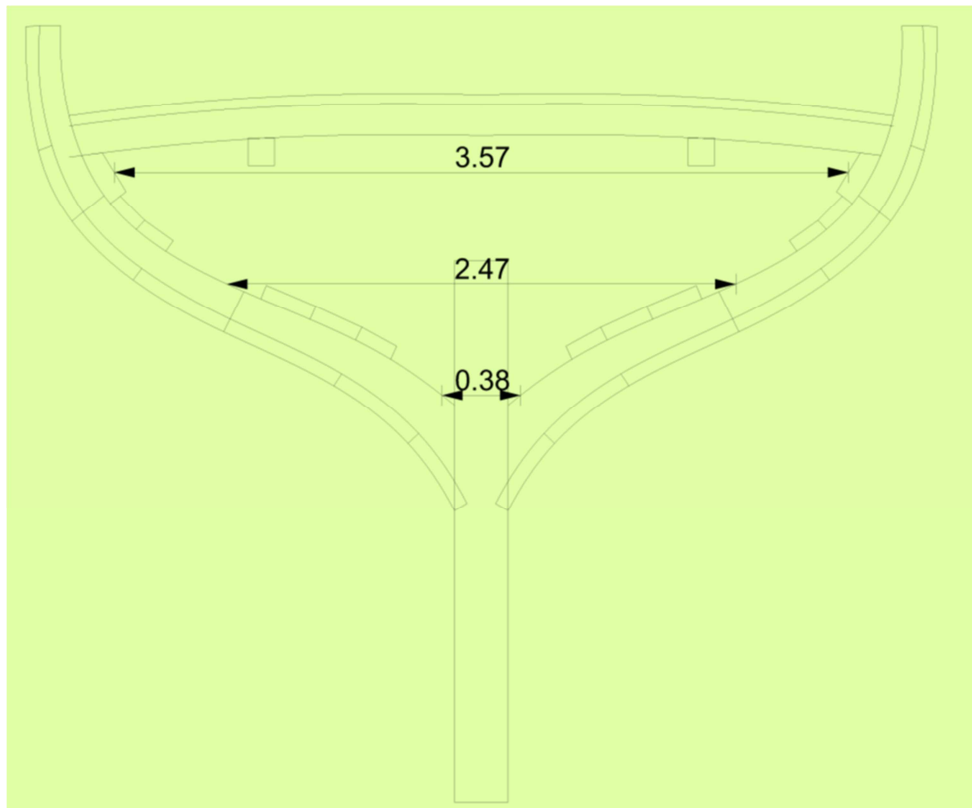
Sección 4



Sección 6



Sección 7



	Sec 1		Sec 2		Sec 3		Sec 4		Sec 5		Sec 6		Sec 7	
Factor Simpson	y (m)	FA	y (m)	FA	y (m)	FA	y (m)	FA	y (m)	FA	y (m)	FA	y (m)	FA
1	0	0	0	0	6,12	6,12	6,17	6,17	5,89	5,89	5,24	5,24	3,57	3,57
4	1,36	5,44	4,94	19,76	6,1	24,4	6,16	24,64	5,86	23,44	5,02	20,08	2,47	9,88
2	0,81	1,62	4,45	8,9	5,94	11,88	6	12	5,69	11,38	4,6	9,2	0,38	0,76
4	0	0	3,63	14,52	5,5	22	5,61	22,44	5,18	20,72	3,04	12,16	0	0
1	0	0	2,22	2,22	4,45	4,45	4,74	4,74	3,76	3,76	1,23	1,23	0	0
		7,06		45,4		68,85		69,99		65,19		47,91		14,21

Sección	1	2	3	4	5	6	7
Área	1,27551	8,202	12,439	12,644	11,777	8,655	2,567

F.S	1	4	2	4	2	4	1
F.V	1,27551	32,809	24,878	50,579	23,555	34,623	2,57
			F.V TOTAL				
			170,287				

El volumen bajo cubierta es $167,330\text{m}^3$, el volumen sobre cubierta hemos dicho que sería cero por lo que el volumen total es el mismo que el de bajo cubierta.

El Arqueo en TRB es 59,13 y la estimación del peso en rosca es:

Volumen de carena $248,677\text{m}^3$

Volumen arqueo $167,335\text{m}^3$

3.2 CÁLCULO DEL DESPLAZAMIENTO EN ROSCA

El desplazamiento es el equilibrio entre las fuerzas de gravedad y las presiones hidrostáticas sitúa al buque en la posición inmóvil, si no actúan otras fuerzas, en estas condiciones actúa el teorema de Arquímedes y se cumple que el peso del agua desalojada coincide con el peso del buque (el desplazamiento).

El desplazamiento en Rosca es el buque completo, con accesorios, armamento(no armas de fuego)maquinaria y líquidos en las tuberías (buque terminado en el astillero).

El desplazamiento en Lastre, es el anterior más el peso de la dotación, los consumos, el agua dulce, salada, y tanques de lastre si existen, peso mínimo para que el buque pueda navegar, se consideran dos situaciones en lastre, con el total de combustible y provisiones (salida de puerto) y en lastre con el 10% del combustible y provisiones (llegada a puerto).

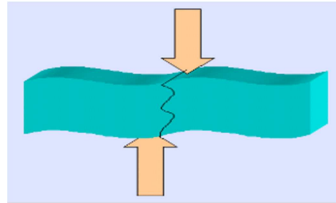
Desplazamiento A plena carga es el peso máximo del buque.

Para calcular el peso en rosca del barco como en las curvas hidrostáticas tenemos un volumen sumergido de $248,67\text{m}^3$ y el volumen del arqueo es $167,335\text{m}^3$, restando ambos obtenemos el peso rosca del barco que es $81,34\text{m}^3$ que para pasarlo a peso multiplicamos por la densidad y tenemos 83,37t.

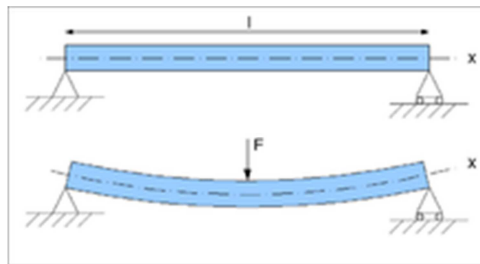
3.3 ESFUERZOS CORTANTES Y MOMENTOS FLECTORES

El **esfuerzo cortante** es el esfuerzo interno o resultante de las tensiones paralelas a la sección transversal de un prisma mecánico como por ejemplo una viga o un pilar.

Este tipo de sollicitación formado por tensiones paralelas está directamente asociado a la tensión cortante.



El **momento flector** es un momento de fuerza resultante de una distribución de tensiones sobre una tensión transversal de un prisma mecánico flexionado a una placa que es perpendicular al eje longitudinal a lo largo del que se produce la flexión.



Para poder comenzar con los cálculos consideramos un calado de 1,7m para poder calcular el área de las secciones bajo ese calado y una vez obtenido multiplicamos por la densidad y tenemos el empuje repartido a lo largo de la eslora, para ello usaremos el método de Simpson.

Tenemos las flotaciones: 0, $\frac{1}{2}$, 1, 2, 3.

Las secciones que hemos considerado son: 0, $\frac{1}{2}$, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, $\frac{9}{2}$ y 10.

El intervalo h de Simpson es 0,5.

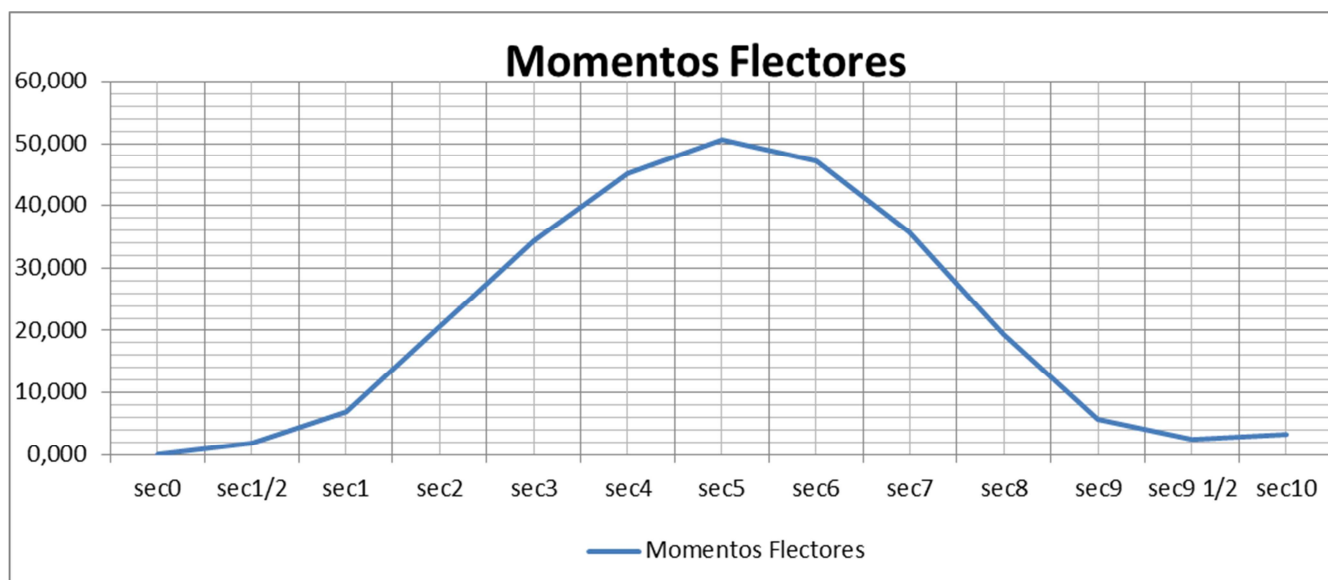
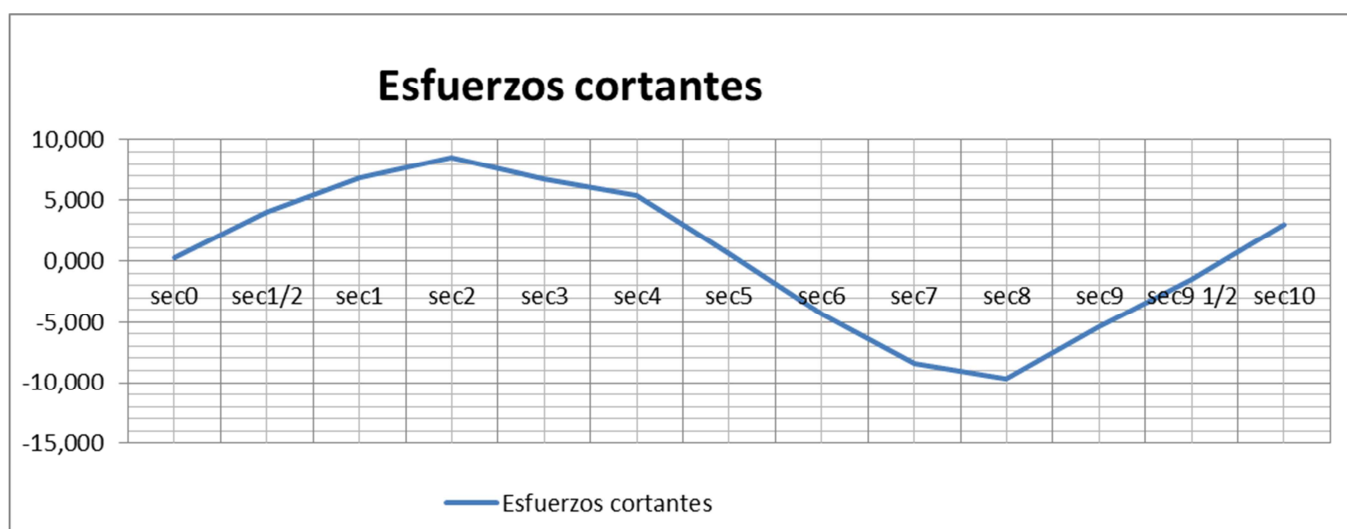
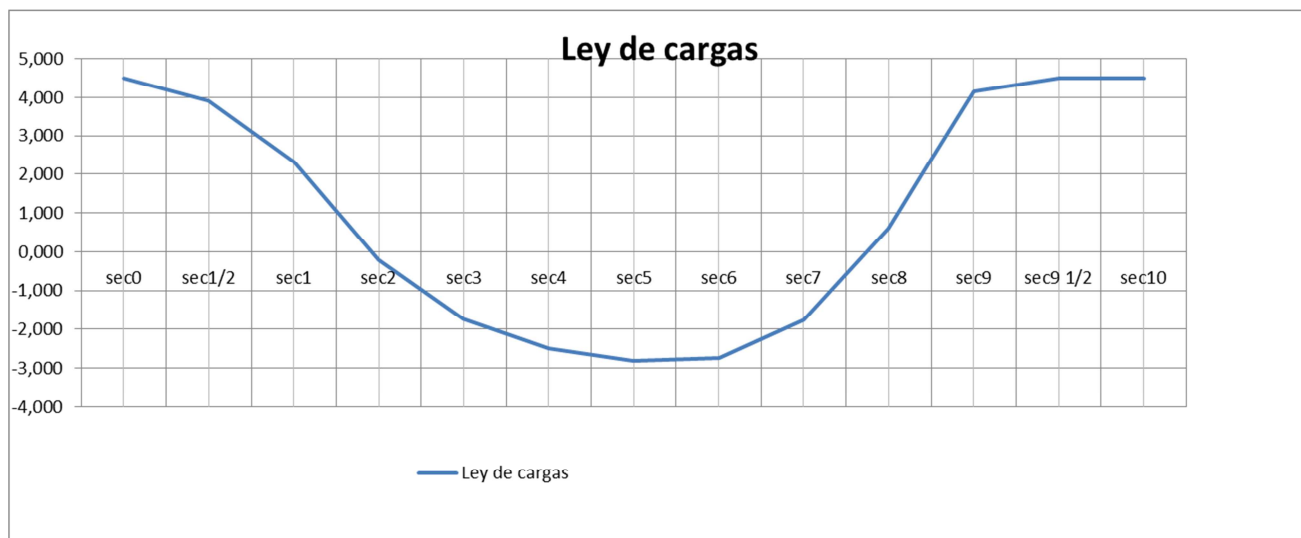
[CONSTRUCCIÓN DE LA CARABELA "LA NIÑA"]

Septiembre
de 2014

FS	h	Fa0	Fa1/2	Fa1	Fa2	Fa3	Fa4	Fa5	Fa6	Fa7	Fa8	Fa9	Fa9 1/2	Fa10
0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0,5	0	0,2	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0	0	0
1,5	0,5	0	0,2	0,302	1,308	2,333	3,102	3,48	3,38	2,631	1,167	0	0	0
4	0,5	0	0,5	2,844	6,96	9,532	10,66	11	11	9,448	5,828	0	0	0
1	0,5	0	0,4	1,367	2,385	2,766	2,92	3	2,987	2,705	1,91	0,454	0	0
	Σ:	0	1,3	4,753	10,89	14,87	16,92	17,7	17,61	15,024	9,145	0,454	0	0
hXΣ/3.área sec:		0	0,2	0,792	1,816	2,478	2,82	2,96	2,935	2,504	1,5242	0,0757	0	0

Diferencial corrección:		0	0,08	0,273	0,477	0,553	0,584	0,6	0,597	0,541	0,382	0,0908	0	0
Suma:		0	0,29	1,065	2,293	3,032	3,4043	3,559	3,532	3,045	1,9062	0,1665	0	0
Área doble:		0	0,58	2,131	4,585	6,063	6,8087	7,117	7,065	6,09	3,8123	0,3329	0	0
	Factores:	0,5	1	3	2	2	2	2	2	2	2	3	1	0,5
		0	0,58	6,393	9,17	12,13	13,617	14,23	14,13	12,18	7,6247	0,9988	0	0
	Suma:	91,1		Volumen de carena:			81,95		Desplazamiento a vencer:				84	

	Fa 0	Fa 1/2	Fa 1	Fa 2	Fa 3	Fa 4	Fa 5	Fa 6	Fa 7	Fa 8	Fa 9	Fa 9 ^{1/2}	Fa 10
Empuje	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Desplazamiento	4,496	4,496	4,496	4,496	4,496	4,496	4,496	4,496	4,496	4,496	4,496	4,496	4,496
Arboladura	0,251					2,365							0,454
Ley de cargas	4,496	4,496	4,496	4,496	4,496	4,496	4,496	4,496	4,496	4,496	4,496	4,496	4,496
	0,000	0,500	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000	6,000	7,000	8,000	9,000	9,500	10,000
	0,000	0,900	1,800	3,600	5,400	7,200	9,000	10,800	12,600	14,400	16,200	17,100	18,000
	sec0	sec1/2	sec1	sec2	sec3	sec4	sec5	sec6	sec7	sec8	sec9	sec9 1/2	sec10
Esfuerzos cortantes	0,251	4,297	8,344	12,390	20,483	30,941	39,034	47,126	55,219	59,266	67,358	71,405	75,905
Momentos Flectores	0,000	2,047	7,735	26,396	55,982	102,263	165,240	242,784	334,895	437,932	551,893	614,337	680,626



3.4 EXPERIENCIA DE ESTABILIDAD

El objetivo de la experiencia de estabilidad es saber con cierta exactitud el desplazamiento y la posición del centro de gravedad del buque en la condición de rosca.

El conocimiento de estos datos es muy importante, pues como es sabido, el desplazamiento en rosca constituye de alguna manera el peso propio del barco. Para conseguir este objetivo, el punto de partida es el buque en la condición de la experiencia, es decir, el buque en el estado en el que se encuentra en el momento de realizarle la prueba, que aunque sea muy próxima, será distinta de la condición de rosca.

Para realizar la experiencia propiamente dicha, habitualmente en el procedimiento operativo consiste en colocar dos pesos conocidos e iguales, uno en cada banda. En primer lugar se mueve uno de los pesos hacia su banda contraria, tomándose las lecturas de los péndulos; posteriormente se repite el proceso con el otro peso, estas operaciones se realizan varias veces para obtener una estadística.

Los datos de la experiencia se dan en el orden siguiente:

Calados en las marcas de proa y popa al canto bajo de la quilla.

Enumeración de los pesos (y sus centros de gravedad) que se encuentren a bordo en el momento de la experiencia y que sean ajenos al desplazamiento en rosca.

Enumeración de los pesos (y sus centros de gravedad) que no estén situados en el buque en el momento de la experiencia y que formen parte del desplazamiento en rosca del buque.

Enumeración de los pesos (y sus centros de gravedad) que estén situados en un lugar distinto del que les corresponde en el desplazamiento en rosca del buque.

Pesos utilizados para la experiencia y su posición en el buque

Distancia de traslado de los pesos.

Posición de los péndulos y su longitud.

Desviación de los péndulos, indicándose expresamente que la mencionada desviación correspondiente al momento total=peso situado en una banda.

Datos:

Calado de proa	1,250 m
Calado de popa	2,035 m
Pesos a bordo ajenos al desplazamiento en rosca (pesos A)	
Total	2,13 t
Ordenada sobre la base	3,07 m
Abscisa a Ppp	8,18 m
Pesos que faltan a l desplazamiento en rosca (pesos B)	
Total	0,37 t
Ordenada sobre la base	0,81 m
Abscisa a Ppp	9,03 m
Pesos de la experiencia	
Peso total	2x 900 kg
Ordenada sobre la base	2,92 m
Abscisa a Ppp	8,10 m
Distancia de traslación de los pesos	5,29 m
Péndulo	
Longitud	3,97 m
Distancia a Ppp	8,90 m
Desviación del péndulo por momento total	
Estrabor	0,149 m
Babor	0,145 m
Periodo de balance	4,3 s
Desplazamiento según las hidrostáticas en el calado medio	85,050 t
KB	1,076 m

OB	8,694 m
TCI	0,876 t
MTC	0,701t
BMT	2,553 m
BML	15,182 m
OF	8,455 m
Corrección por trimado	87,039 t
Desviación horizontal del centro de gravedad	0,054 m
Altura metacéntrica	1,447 m
Corrección por superficies libres	0,0 m
Altura metacéntrica corregida	1,447m
Ordenada centro de carena	1,076m
Abscisa centro de carena	8,694m
Radio metacéntrico transversal	2,553m
Ordenada metacentro transversal sobre la base	3,629m
Ordenada del centro de gravedad ($KG=KB+(BMT-GMt)\cos\infty$)	2,181m
Abscisa centro de gravedad ($OG=OB+(KG-KB)tg\infty$)	8,740m

Para poder hacer a experiencia de estabilidad necesitamos un estudio de las situaciones de carga. Necesitamos conocer las cargas al 100% de consumos y las cargas a la llegada a puerto con el 10% de consumos.

SITUACIÓN DE CARGA AL 100% DE CONSUMOS

Designación	Peso (t)	Abscisa (m)	M a Ppp(t.m)	Ordenada (m)	M a Base (t.m)
buque en rosca	85,28	8,02	684,06	2,154	183,680
Pertrechos	2,50	8,90	22,250	1,50	3,750
6 hombres tolda	0,450	2,00	0,90	6,00	2,700
10 hombres cubierta	0,750	8,30	6,225	4,10	3,075
Efectos personales	0,800	8,90	7,120	1,50	1,200
Víveres tonel1	0,350	11,85	4,148	1,760	0,616
Víveres tonel 2	0,350	6,50	2,275	1,910	0,669
Víveres frigoríficos	0,300	10,50	3,15	0,80	0,240

Agua tonel1	0,530	12,80	6,508	1,120	0,594
Agua tonel 2	0,530	12,80	6,508	1,120	0,594
Agua tonel 3	0,530	8,380	4,441	1,770	0,938
Agua tonel 4	0,530	8,380	4,441	1,770	0,938
Agua en cartones	0,700	8,500	5,950	0,900	0,630
Agua en cartones	1,300	7,900	10,270	0,902	1,196
Combust.tonel1	0,450	6,480	2,916	1,970	0,887
Combustible. Tonel2	0,450	3,38	1,521	1,970	0,887
Combustible. Tonel 3	0,450	3,380	1,521	1,570	0,707
Combustible. Tonel4	0,450	3,380	1,521	1,970	0,887
Combustible. Tonel5	0,450	2,080	0,936	1,850	0,833
Combustible. Tonel 6	0,450	2,080	0,936	1,850	0,833
Resultado:	97,599	7,967	777,598	2,109	205,850

LLEGADA A PUERTO 10% DE CONSUMOS

Buque en rosca	85,28	8,021	684,060	2,154	183,680
Pertrechos	2,50	8,90	22,250	1,50	3,75
6 hombre tolda	0,450	2,00	0,900	6,00	2,700
10 hombres cubierta	0,750	8,300	6,225	4,10	3,075
Efectos personales	0,80	8,900	7,120	1,50	1,20
Viveres en tonel 2	0,04	6,500	0,260	1,46	0,058
Viveres en frigorífico	0,03	10,50	0,315	0,80	0,024
Agua tonel1	0,21	12,280	2,579	0,86	0,181
Agua en cartones	0,20	8,500	1,700	0,90	0,180
Combustible tonel 1	0,270	7,90	2,133	1,780	0,480
Resultado:	90,529	8,037	727,541	2,158	195,329

5. ESTABILIDAD A GRANDES ÁNGULOS

Brazos del par de estabilidad estática y dinámica en la condición de salida a puerto con el 100% de los consumos.

ángulo	Sen t	KG(m)	KG sen t (m)	KN (m)	GZ (m)	e (m.rad)
10	0,1736	2,109	0,366	0,592	0,226	0,022
20	0,3420	2,109	0,721	1,100	0,379	0,083
30	0,500	2,109	1,055	1,470	0,415	0,164
40	0,642	2,109	1,356	1,735	0,379	0,250
50	0,766	2,109	1,616	1,900	0,284	0,329
60	0,866	2,109	1,827	1,984	0,157	0,329

Desplazamiento
= 97,599

ángulo	Sen t	KG(m)	KG sen t (m)	KN (m)	GZ (m)	e (m.rad)
10	0,1736	2,157	0,375	0,6	2,225	0,022
20	0,3420	2,157	0,738	1,122	0,384	0,084
30	0,500	2,157	1,079	1,505	0,427	0,167
40	0,643	2,157	1,386	1,771	0,385	0,256
50	0,766	2,157	1,652	1,936	0,284	0,335
60	0,866	2,157	1,868	2,015	0,147	0,398
Desplazamiento= 90,529						

Resumen de las características del barco en las diferentes condiciones, llegada y salida a puerto

Estabilidad y asiento	símbolo	Salida a puerto	Llegada a puerto
Desplazamiento	Δ	97,599	90,529
Calado medio	cm	1,787	1,705
Centro carena a Ppp	OC	8,610	8,625
Centro gravedad a Ppp	OG	8,100	8,037
Palanca entre CyG	CG	0,0	0,0
Metacentro long. sobre base	KMt	15,378	15,879
Centro gravedad sobre base	KG	2,109	2,158
Altura metacéntrica longitudinal	R-a	13,269	13,721
Cambio de asiento	d	0,0	0,0
Tg ángulo de asiento	Tg a	0,0	0,0
	Cos a	1,00	1,00
	1-cos a	0,0	0,0
Centro de carena sobre base	KC	1,167	1,121
Radio metacéntrico long	R	14,211	14,758
Variación centro de carena		0,0	0,0
Centro carena sobre base corregido	KCC	1,167	1,121
Altura c.d.g sobre C carena	a	0,942	1,037
Metacentro transversal sobre base	KMt	2,367	3,592
Metacentro tansversal	KMt c	2,367	3,592

sobre base corregido			
Altura metacentrica transversal	r-a	1,425	1,434
Metacentro long sobre base corregido	KM lo	13,269	15,879
c.d.g.flotación a Ppp	R-a	13,269	14,899
c.d.g flotación aPpr	OF	8,393	8,427
Variación de calado a proa	OF	9,607	9,573
Variación calado a popa	O	0,0	0,0
Calado a Ppr	Cpr	1,785	1,705
Calado a Ppp	Cpp	1,785	1,705
Calado medio	Cm	1,785	1,705
Calado en la marca de proa	Cm Pr	1,785	1,705
Calado en la marca de popa	Cm Pp	1,785	1,705
Calado medio max y min		1,785	1,705
Brazo palanca máximo	GZ	0,415 /30°	0,427/ 30°
Estabilidad nula	GRADOS	81°	80°
Angulo de inundación	GRADOS	62,7°	63,2°
Brazo de estabilidad a 30°	m. rad	0,164	0,164
Brazo estabilidad a 40°	m.rad	0,250	0,256

4. PROCESO CONSTRUCTIVO.

4.1 MADERAS SELECCIONADAS

Los tipos de madera que podemos encontrar son las coníferas o resinosa y las frondosas. Entre las coníferas se encuentran las mejores calidades de madera de construcción por su resistencia mecánica. Entre las frondosas encontramos muchas variedades encunto calidad y aspecto y de ellas salen los mas bellos ejemplares de abanisteria.

Elementos histológicos de la madera:

Existen diferenciad fundamentales en la construcción con la madera de estos dos grandes grupos, en las frondosas el tejido conductor o vasos es completamente independiente del tejido de sostén y en las resinosa ambos tejidos constituyen un solo elemento, a la vez es conductor y sostén.

Un carácter de gran importancia con respecto a la calidad de la madera es la textura, relación entre la anchura de la zona de la madera en otoño con la que corresponde al crecimiento total anual.

El crecimiento en las resinosa es rápido por lo que será, ligera, blanda poco resistente y muy heterogénea.

Las maderas más apropiadas en la construcción naval son el roble, la encina, y el pino, aunque en la actualidad se utilizan más la Ukola, Aloma, Umbrero, Samanguillo etc, y otras de menor calidad como la teca, guayacán, olmo, osaba y fresno.

Para la construcción de la quilla, roda, codaste, cuadernas, baos, palmejares, y otros elementos estructurales con gran responsabilidad se han utilizado siempre maderas duras, con buena resistencia mecánica y resistentes a la humedad como lo es el roble.

El roble también es un buen aislante de hongos e impide la incrustación de moluscos. Es una madera con una densidad 0,92 verde 0,633 a 0,9 secada al aire y 0,590 media secada a estufa,

Esta madera se encuentra en España muy extendida por el litoral Cantábrico y el Norte.

El roble es una madera en escasez, por eso se ha utilizado siempre para la estructura, para la quilla y sobrequilla se empezó a utilizar maderas más pesadas y fuerte como el eucalipto.

El pino se ha usado para el forro y la cubierta, es una madera resinosa, color blanco y dureza regular. Es una madera con densidad 0,441 a 0,605 y

se utiliza en arboladura, este tipo de pino lo podemos encontrar en el Pirineo Catalán y Aragónés.

RESISTENCIA MEDIA DE MADERAS A LA COMPRESION			
	Densidad	Resistencia a la compresión	
		axial	transversal
a) Maderas naturales.			
Resinosas ligeras: coníferas, abeto, pinabeto.....	0,4-0,5	300-450	50-75
Resinosas semipesadas: pino silvestre, marítimo, oregón.....	0,5-0,6	400-500	70-80
Resinosas pesadas: alerce, pino-tea.....	0,6-0,7	450-550	80-100
Frondosas ligeras: álamo, sauce, okume, tilo, álamo blanco.....	0,4-0,6	250-500	80-120
Frondosas semipesadas: roble, fresno, olmo, teca, iroko.....	0,6-0,8	400-600	150-250
Frondosas pesadas: haya blanca, angélica, azobe, lim.....	0,8-1	600-900	200-300
b) Maderas preparadas.			
Maderas bakelizadas densificadas.....	1,1-1,4	1.200-1.400	700-1.000

Par la elaboración de piezas menores se han utilizado especies como el castaño, haya, fresno, nogal, alerce y otras.

En los últimos años los carpinteros de ribera gallegos se están utilizando maderas americanas, africanas y asiáticas que ofrecen buenas calidades y bajos precios frente a las nacionales como el pino rojo, teca, ukola, samanguila, tatajuba, iroko etc.

A la hora de elegir la madera hay que saber hacerlo bien porque debido a que la madera tiene su máxima resistencia y elasticidad en la dirección de las fibras, vasos leñosos o vetas, la selección de la madera que se va a utilizar en elementos estructurales de directriz curva, se realizan buscando aquellos troncos o ramas que posean un curva similar esto se llama selección dromórfica.

La madera debe ser serrada entre los meses de noviembre a febrero que es cuando disminuye la actividad vegetativa de los árboles por la menor incidencia solar, que es cuando los arboles tienen menos savia la cual puede dar problemas más tarde, como son los hongos.

Las operaciones usadas para garantizar una adecuada conservación de la madera son:

- *El descortezado* de los troncos, para eliminar los insectos alojados en esta zona que atacarían al resto de la madera en el caso de no ser eliminada.
- *Eliminación de la savia* aun presente en los troncos.

En la sección transversal de un árbol maduro, se distinguen una zona exterior denominada corteza y una parte interior llamada leño.

La parte central compacta del leño es el cerne o duramen y es la zona proferida para la construcción naval. La zona exterior del leño se llama sámago y está formada por los tejidos más jóvenes , es menos resistente que el cerne y sensible al ataque de los insectos.

Para la eliminación de la savia se hace por medio de disolución o mediante secado. La disolución consiste en sumergir la madera de roble durante un largo periodo de tiempo en el agua de mar para que la madera desprenda la savia restante, por eso los astilleros tenían una zona de ribera para almacenar troncos. Esta zona debía estar en zona intermareal y estuviese parte del tiempo al aire para que no atacase el molusco teredo navalis (un molusco que ataca a los tejidos leñosos). Para el secado de la madera, una vez cortados los troncos en piezas de caras paralelas se disponen en tijera al aire libre y al cabo de un tiempo se apilan separadas por listones bajo techo y donde existan corriente de aire. Las tablas con nudos y samago se descartan para la construcción.

Para la construcción de las casetas se han empleado las maderas tradicionales como el roble, pino y otras, que han sido desplazadas por materiales más resistentes a la intemperie como el aluminio, acero inoxidable, maderas laminadas, fenólicas

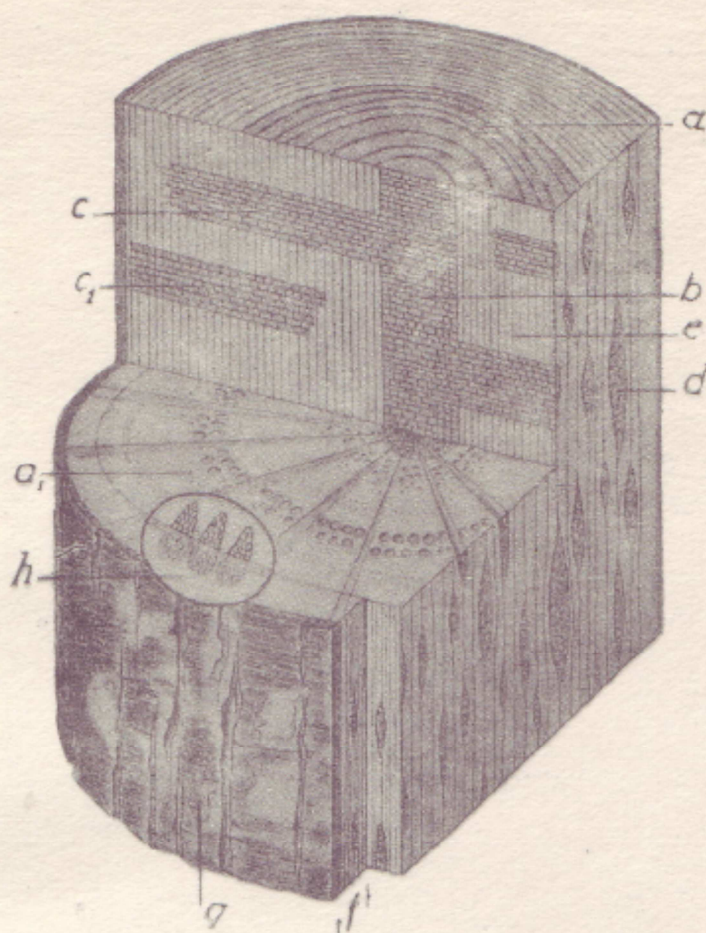


FIGURA 1

Esquema de la estructura del tronco de una frondosa y formación de los anillos de crecimiento anual de la madera.

a, anillos de crecimiento anual vistos a simple vista; *b*, médula; *c*, radio medular primario; *c*₁, radio medular secundario; *d*, radio medular en sección tangencial; *e*, fibras leñosas; *f*, liber (floema); *g*, cutícula, epidermis y corteza; *h*, cambium y formación de la madera (xiloma) y liber (floema).

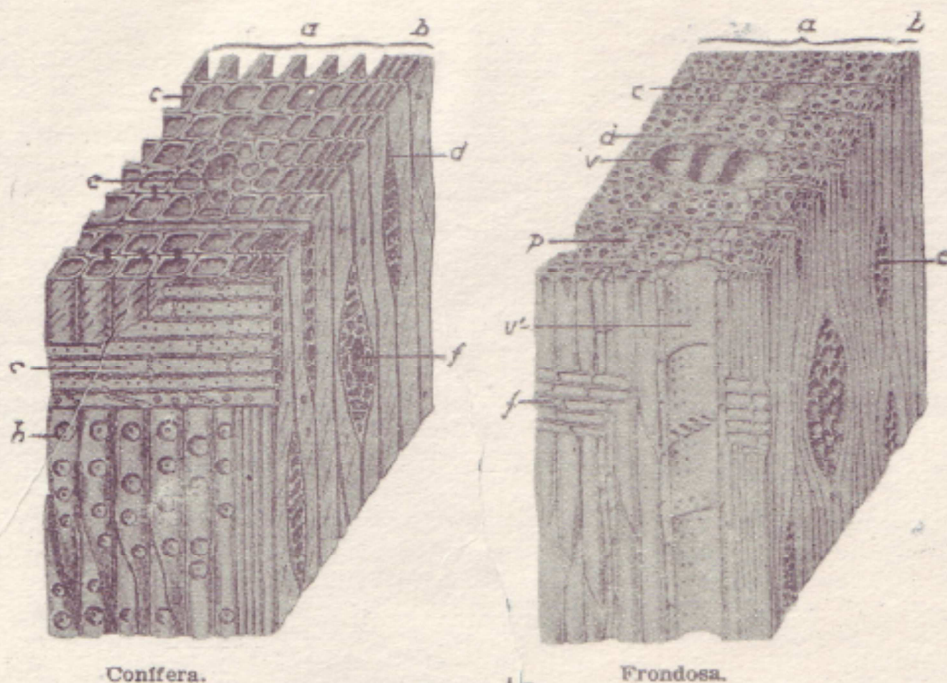


FIGURA 2

Estructura de la madera de una conifera del género *Pinus*. *a*, madera de

4.2 CÁLCULO JUSTIFICATIVO DE ESCANTILLONADO

Para el cálculo del escantillonado usaremos el reglamento para la construcción y clasificación de buques de madera de BUREAU VERITAS.

CAPITULO 1: DISPOSICIONES GENERALES, CONCESIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA COTA.

1. A través del reglamenteo y sus tablas son aplicadas a buques de características normales, destinados a ser clasificados bajo vigilancia especial, con la marca F.
2. Los buques que superen la eslora de 30m y cuyas dimensiones no estén tabuladas, se harán exámenes especiales por la Administración.

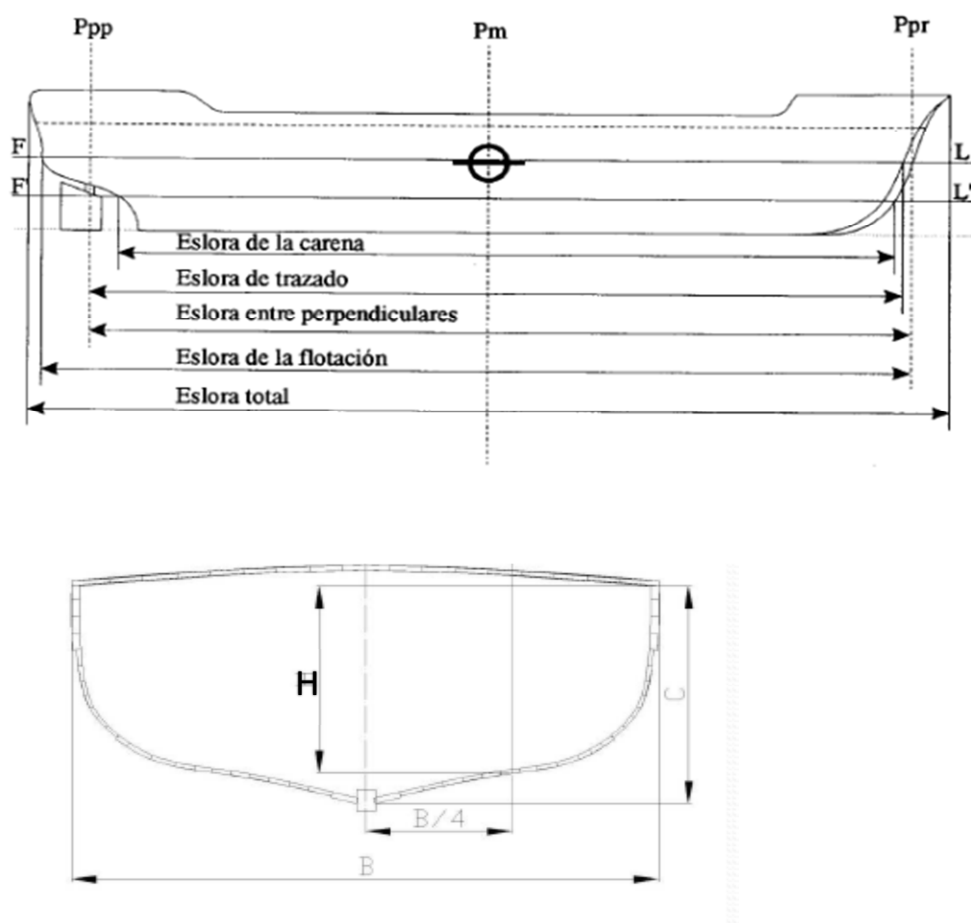
1.1 REGLAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE BUQUES DE MADERA, DIMENSIONES PRINCIPALES.

1. La eslora se medirá en la flotación desde la cara de proa de la roda hasta la mecha del timón.

La eslora escogida para el reglamento debe de ser la eslora entre perpendiculares o $7/8$ de la eslora máxima.

$L_{pp}=18,000m$, **$L_{max} .7/8=18,725m$ $L=18,725m$**

2. La manga se tomará fuera de miembros en la parte mas ancha del buque. **$B=6,280m$**
3. El puntal se medirá en la misma sección transversal que la manga. Tomaremos como puntal la distancia desde la cara superior del bao en el costado, hasta la horizontal que pasa por el canto inferior del alefriz de la quilla. **$C=2,000m$**
4. El puntal auxiliar es la altura de la cara superior del bao en el costado hasta el punto del contorno de fuera de miembros situado a una distancia del plano de crujía hasta $1/4$ de la manga. **$H= 1,800m$**



1.2 ELECCIÓN DE ESCANTILLONES

Los escantillones se determinarán en las tablas del capítulo 3, por el numeral resultante del producto de las tres dimensiones principales.

Producto de dimensiones principales $L \times B \times C = 18,725 \times 6,280 \times 2,00 = 235,186 \text{m}^3$

Piezas principales

Cuadernas armadas dobles

Forro exterior

Durmientes y trancanil

Estructura de la cubierta

Notas:

1. Para los buques cuya relación L/C sea superior a 7,35, la quilla y la sobrequilla se determinan con un numeral N, calculado de acuerdo con las indicaciones de la tabla 3.
2. Para los buques que varan frecuentemente, se recomienda aumentar la sección total por lo menos en un tercio.
3. Para detalles complementarios, ver 5.10 a 5.12.

PIEZAS PRINCIPALES

N ver 4.03.1	Quilla		Sobrequilla		Sección total cm ²	Roda - Codaste	
	Ancho cm.	Altura cm.	Ancho cm.	Altura cm.		Ancho cm.	Altura cm.
60 a 66	14	17	14	13,5	425	14	21
66 a 73	14	18	14	14	445	14	21
73 a 80	14	19	14,5	14	470	14	21
80 a 88	15	19	15	14	495	15	22,5
88 a 97	15	20	16	14	520	15	22,5
97 a 106	16	20	16	14,5	550	16	24
106 a 116	16	21	16	15	575	16	24
116 a 128	17	21	17	15	610	17	25,5
128 a 141	17	22	17	16	645	17	25,5
141 a 155	18	22	18	16	680	18	27
155 a 170	18	23	18	17	715	18	27
170 a 187	19	23	19	17	755	19	28,5
187 a 206	19	24	19	18	795	19	28,5
206 a 227	20	24	20	18	840	20	30
227 a 249	20	25	20	19,5	890	20	30
249 a 274	21	25	21	20	940	21	31,5
274 a 300	21	26	21	21	990	21	31,5

A través de la tabla de piezas principales podemos ver:

Quilla : ancho 20 cm, altura 25 cm

Sobrequilla : ancho 20 cm, altura 19,5 cm

Sección total: 890 cm²

Roda- codaste: ancho 20 cm, altura 30 cm

CUADERNAS ARMADAS DOBLES

N ver 4-03.1	Cuadernas y varengas		Altura de las cuadernas			Altura de las varengas en el centro	
	Distancia entre ejes (clara) cm.	Ancho de cada pieza cm.	En la cubierta cm.	En el pantoque cm.	En el pie cm.	Con sobrequilla cm.	Sin sobrequilla cm.
60 a 66	34	6	7	8	9,5	13	16
66 a 73	34	6	7	9	10,5	14	17
73 a 80	35	6	7	9	11	14,5	18
80 a 88	36	6,5	7	9,5	11	15	18
88 a 97	36	6,5	7,5	9,5	11,5	15	19
97 a 106	37	7	7,5	9,5	11,5	15,5	19
106 a 116	37	7	7,5	10	12	16	20
116 a 128	38	7	7,5	10	12,5	16,5	21
128 a 141	38	7,5	8	10	12,5	17	21
141 a 155	39	7,5	8	11	13	17,5	22
155 a 170	40	7,5	8	11,5	14	18,5	23
170 a 187	40	8	8,5	11,5	14	19	23
187 a 206	41	8	8,5	12	15	19,5	24
206 a 227	42	8,5	9	12,5	15	20,5	25
227 a 249	42	8,5	9	13	15,5	20,5	26
249 a 274	43	9	9	13	16	21	26

A través de la tabla de cuadernas armadas dobles podemos ver:

Cuadernas y varengas: distancia entre ejes 42cm, ancho de cada pieza 8,5cm

Altura de las cuadernas: en la cubierta 9cm, en el pantoque 13cm, en el pie 15,5cm.

Altura de las varengas en el centro: con sobrequilla: 20,5 cm, sin sobrequilla 26 cm.

FORRO EXTERIOR

N Ver 4-03.1	Espesor		Desarrollo	
	Forro ordinario cm.	Forro reforzado cm.	Cintas cm.	Pantoque cm.
60 a 66	3	3,8	48	37
66 a 73	3	3,8	51	38
73 a 80	3	4	52	39
80 a 88	3,2	4	54	41
88 a 97	3,2	4,2	56	42
97 a 106	3,4	4,4	57	43
106 a 116	3,4	4,4	59	45
116 a 128	3,6	4,6	61	46
128 a 141	3,6	4,8	63	47
141 a 155	3,8	4,8	65	49
155 a 170	3,8	5	67	50
170 a 187	4	5	69	52
187 a 206	4	5,2	71	54
206 a 227	4,2	5,4	74	56
227 a 249	4,2	5,6	76	57
249 a 274	4,4	5,6	78	59

A través de la tabla de forro exterior podemos ver:

Espesor: forro ordinario 4,2 cm, forro reforzado 5,6 cm

Desarrollo: cintas 76 cm, pantoque 57cm.

A través de a

DURMIENTES Y TRANCANIL

CONSTRUCCION CON TRANCANIL ANCHO

N Ver 4-03,1	Durmiente		Sotadurmiente (cada traca)		Trancanil	
	Ancho cm.	Altura cm.	Ancho cm.	Altura cm.	Ancho cm.	Altura cm.
60 a 66	12	5,4	12	3,8	8	4,6
66 a 73	12	5,4	12	3,8	8	4,6
73 a 80	13	5,6	13	4	8,5	4,8
80 a 88	13	5,8	13	4	8,5	5
88 a 97	13	5,8	13	4,2	9	5
97 a 106	14	6	14	4,4	9	5,2
106 a 116	14	6,2	14	4,4	9,5	5,2
116 a 128	14	6,4	14	4,6	9,5	5,4
128 a 141	15	6,6	15	4,8	10	5,6
141 a 155	15	6,8	15	4,8	10	5,8
155 a 170	15	7	15	5	10,5	6
170 a 187	16	7,2	16	5	10,5	6
187 a 206	16	7,4	16	5,2	11	6,2
206 a 227	17	7,6	17	5,4	11,5	6,4
227 a 249	17	7,8	17	5,6	11,5	6,6
249 a 274	18	8	18	5,6	12	6,8
274 a 300	18	8,2	18	5,8	12	7
					12,5	7,2

A través de la tabla de durmientes y trancanil podemos ver:

Durmientes: ancho 17cm, altura 7,8cm.

Sotadurmiente: ancho 17 cm, altura 5,6 cm.

Trancanil: ancho 11,5cm, altura 6,6 cm.

ESTRUCTURA DE LA CUBIERTA

N Ver 4-03.1	Baos ordinarios			Forro de la cubierta cm.
	Ancho cm.	Distancia media cm.	Distancia máxima cm.	
60 a 66	7,5	51	61	3,8
66 a 73	8	51	61	3,8
73 a 80	8,5	52,5	64	4
80 a 88	9	54	64	4
88 a 97	9	54	64	4
97 a 106	9,5	55,5	72	4
106 a 116	9,5	55,5	72	4,5
116 a 128	10	57	72	4,5
128 a 141	10	57	72	4,5
141 a 155	11	58,5	72	4,5
155 a 170	11,5	60	72	4,5
170 a 187	11,5	60	72	4,5
187 a 206	12	61,5	80	5
206 a 227	12,5	63	80	5
227 a 249	12,5	63	80	5
249 a 274	13,5	64,5	80	5

A través de la tabla de estructura de la cubierta podemos ver:

Baos ordinarios: ancho 12,5cm, distancia media 63cm, distancia máxima 80cm.

Forro de la cubierta: 5cm.

Nota: 1 La altura de los baos será igual a 2,2 cm por metro de la manga.

2. El escantillonado obtenido de ésta tabla sirve para baos ordinarios

1.3 LOS ESCANTILLONADOS dados en las tablas se aplican a la madera de roble con densidad igual o superior a 0,7 y con una humedad del 15% aproximadamente y deben mantener unas relaciones de $L/C=7$, $B/C=2$, $H/C=0,8$.

1.4 Para los casos con proporciones y medidas diferentes se harán correcciones según las tablas y gráficas.

AUMENTO DEL NUMERAL N

Valores de $\frac{L}{C}$	de	7,35	7,65	7,80	7,95	8,10	8,20	8,30	8,40	8,50	8,60	8,67	8,75	8,83	8,90	8,97
	a	7,65	7,80	7,95	8,10	8,20	8,30	8,40	8,50	8,60	8,67	8,75	8,83	8,90	8,97	9,03
% de aumento		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30

Nota: Para los buques cuya relación L/C sea superior a 7,35, se utiliza un numeral N aumentado según la tabla 3, para determinar los elementos siguientes:

- escantillones de la quilla y sobrequilla, en la tabla 2;
- anchura de las cuadernas y varengas, en la tabla 5;
- espesor del forro exterior, en la tabla 7;
- escantillado de los durmientes y del trancanil, en la tabla 8.

CORRECCION DE ESCANTILLONADO C_2

Valores de $\frac{H}{C}$	de		0,79	0,77	0,75	0,73	0,71	0,69	0,67	0,65	0,63	0,61
	a	> 0,79	0,77	0,75	0,73	0,71	0,69	0,67	0,65	0,63	0,61	
% de reducción		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50

Notas:

1. En los buques con gran astilla muerta, se aplica la corrección de escantillado C_2 al desarrollo, según el contorno de la cuaderna, de las cintas y pantoques.
2. Las correcciones C_2 y C_1 (véase gráfico 6) se suman teniendo en cuenta sus signos.

Para poder analizar estas tablas entramos con la de aumento de numeral y obtenemos $L/C = 18,725/2,00 = 9,363$ cm con lo que nos da un aumento del **30%**.

Aplicando correcciones en las tablas obtenemos:

Quilla: ancho 26 cm, altura 32,5 cm.

Sobrequilla: ancho 26cm, altura 25,35 cm.

Cuadernas y varengas: ancho 11,05 cm.

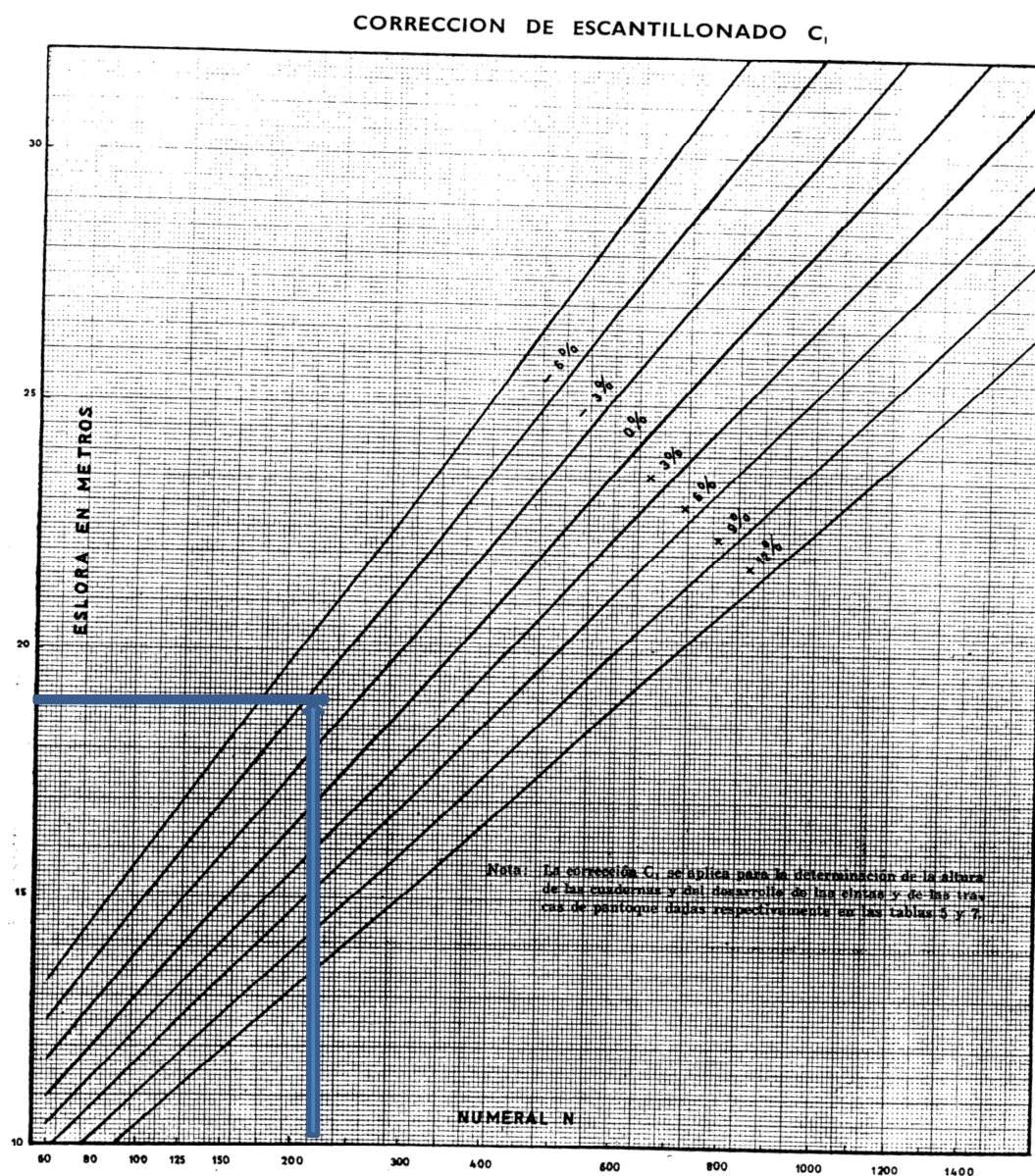
Espesor forro exterior: forro ordinario 5,46 cm, forro reforzado 7,28 cm.

Durmientes: ancho 22,1 cm, altura 10,1 cm.

Trancanil: ancho 14,95 cm, altura 8,58cm.

Para la corrección del escantillado C_2 : $H/C = 1,80/2,0 = 0,9$ por lo tanto $> 0,79$ por lo tanto la corrección C_2 es nula, del 0%

para el



Para esta gráfica podemos obtener un $C_1 = -3,5\%$ y aplicando correcciones podemos obtener las siguientes dimensiones:

Cubierta: altura 8,685cm

Pantoque: altura 12,545 cm

Pie: altura 14,958 cm

Cinta: desarrollo 73,34 cm

Pantoque: desarrollo de tracas 55,005cm

1.5 Se podrá adaptar el escantillonado a dimensiones practicas a piezas siempre y cuando se aplique el principio de proporcionalidad . Todos los escantillones se dan para piezas terminadas

1.6 Si se quiere hacer alguna modificación se podrá aplicar siempre y cuando lo acepte la administración.

1.7 Si se desea modificar algún tipo de madera debe hacerse el escantillonado aplicado a las cualidades de esa madera.

1.8 Si aplicamos madera pino tea, pino rojo o alerce tendremos que hacer un aumento del 10% para el espesor del forro del casco.

1.9 Si aplicamos madera de abeto, ábeto blanco o pinabete el aumento del forro del casco es del 20%.

Como nuestro barco el forro del casco es de pino tea: forro ordinario= 6,006cm, y el forro reforzado= 8,008 cm

CAPITULO 2: REGLAS PARA LA COSTRUCCIÓN DE BUQUES DE MADERA

2.1 ESTRUCTURA PRINCIPAL

2.1.1QUILLA Y SOBREQUILLA

Escantillones: se dan directamente a través de tablas

Longitud de piezas: deben ser lo más largas posibles

La quilla o sobrequilla pueden ser de dos o tres piezas si su longitud es mayor de 11 o 22 metros respectivamente.

Los empalmes de las piezas de la quilla se harán horizontales y tendrán una longitud por lo menos de cinco veces la altura de dichas piezas

Los escarpes de la quilla y de la sobre quilla deberán estar desplazados entre si por lo menos una distancia de cinco claras entre cuernas

Equivalencia: el ancho de la quilla debe ser igual o mayor a cuatro veces el espesor del forro exterior. Los buques con astilla muerta se les aumentará el ancho de la quilla para que el alefriz no se reduzca.

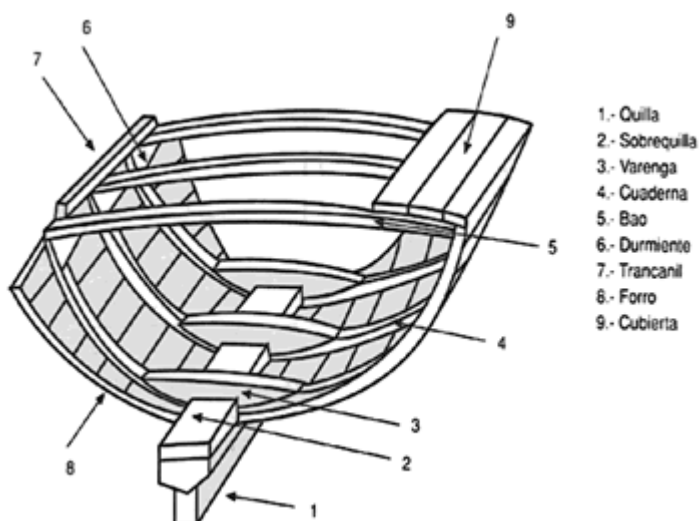
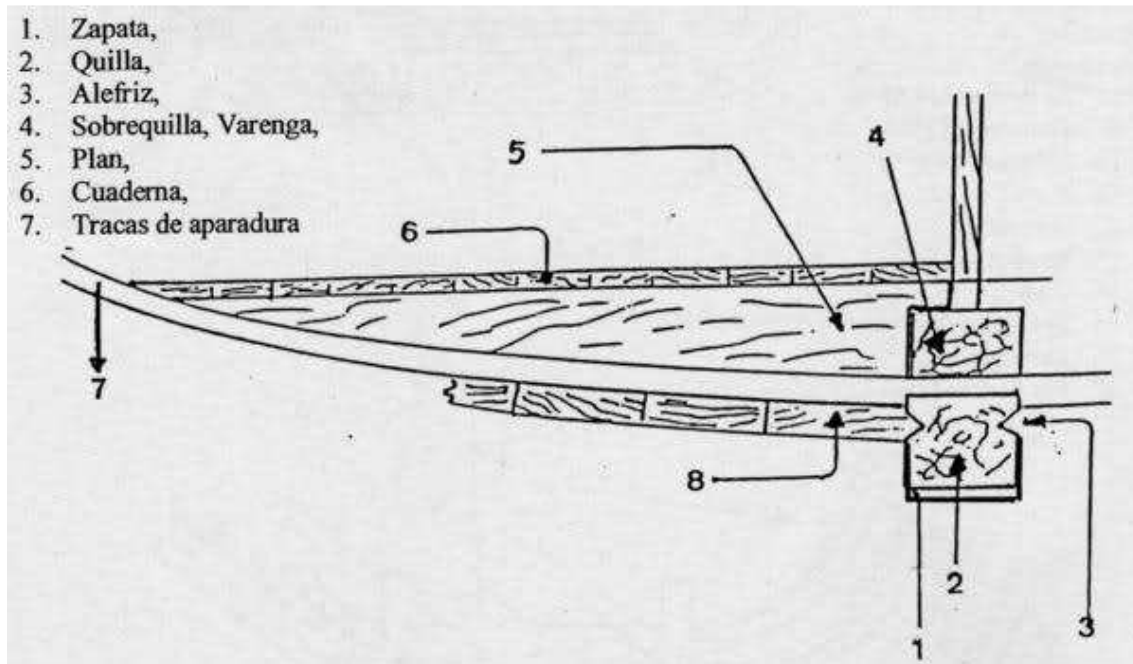
El alefriz será practicado en la quilla de madera por encima de un buen espesor de madera.

La altura de quilla será por lo menos 1,5 veces igual al ancho.

2.1.2 ESCARPES

Los escarpes de la quilla y sobrequilla serán plano, su longitud será igual a cinco veces la altura de la pieza escarpada.

Los escarpes de la quilla llevaran cabillas cortaaguas.



2.1.3 RODA

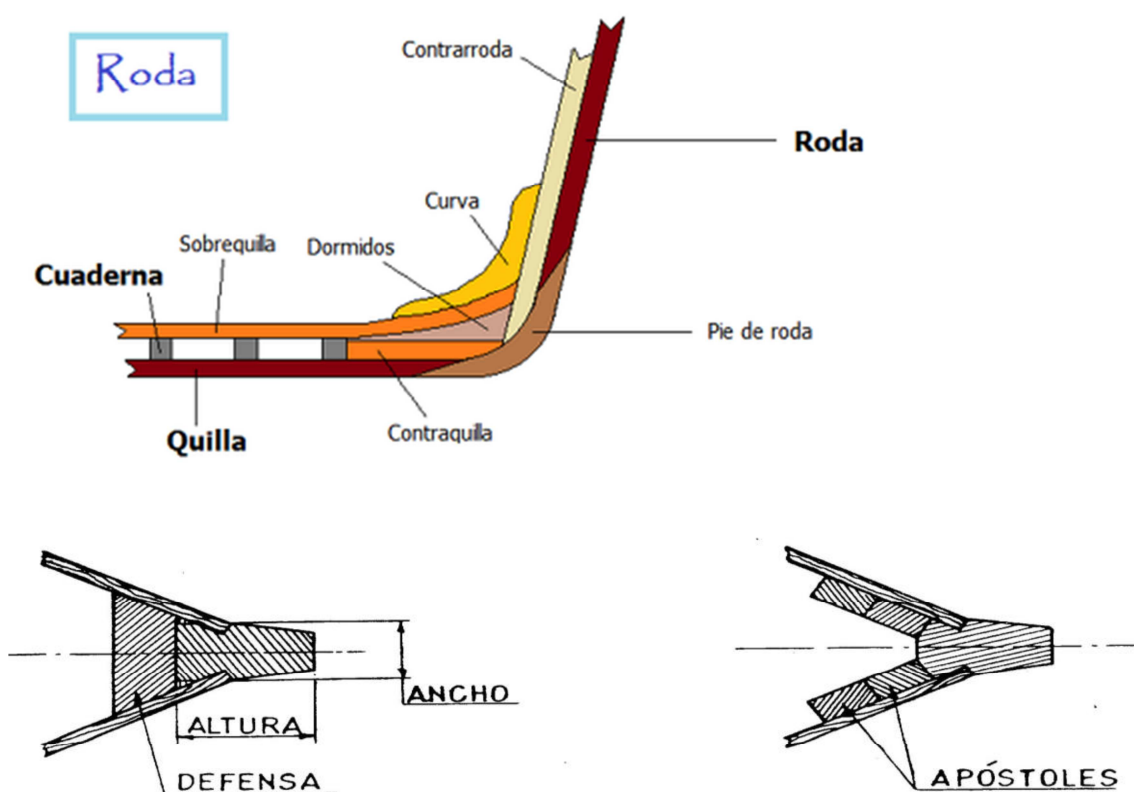
Las dimensiones según el reglamento están tabuladas.

Si usamos otras medidas, la roda no debe tener un ancho menor a cuatro veces el espesor del forro exterior. La altura en la zona del pie de la roda, bajo la albitana, será como mínimo 1,5 veces el ancho reglamentario.

La roda será de una sola pieza. Sin embargo, cuando por las dimensiones del buque sea necesario ponerla en dos trozos, la unión deberá tener tres veces y media la dimensión de la altura y no coincidirá con el punto de unión de las barbadas del bauprés; la roda se reforzará con una contraroda interior de dimensiones convenientes.

Cuando no se emplee pie de roda, se hará en la quilla un endentado para machihembrar el extremo inferior de la roda en forma de la caja y espiga; se colocarán abrazadas empotradas en las caras laterales para reforzar esta unión.

Cuando se dé un caso de dimensiones especiales se analizará convenientemente cada caso.



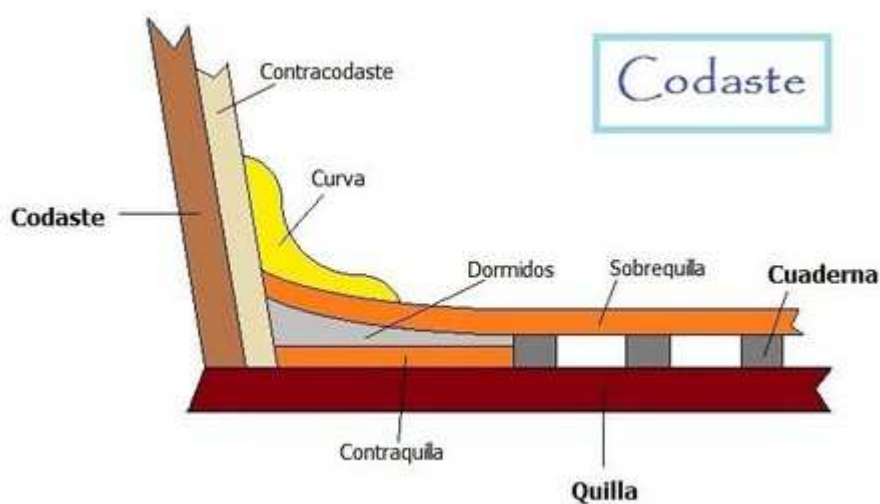
2.1.4 CODASTE

Las dimensiones según el reglamento están tabuladas. Se recomienda perfilar el codaste por la parte de popa del alefriz para obtener una buena salida de filetes líquidos.

El codaste será de una sola pieza y se empalmará a caja y espiga sobre la quilla, la unión se reforzará con abrazaderas empotradas en las caras laterales. Una curva coral unirá el codaste a la quilla.

Para los buques que tienen una hélice, la dimensión a la línea será tal que por el través del vano quede un espesor al menos igual a lamitad de la dimensión reglamentaria o bien se colocarán en el codaste unos refuerzos equivalentes.

Cuando no existe codaste popel, se recomienda que la abrazadera se sustituya por dos cartelas metálicas soldadas a la tira de refuerzo, que al mismo tiempo refuercen el talón de la quilla.



2.1.5 MACIZOS DE POPA

Esta pieza debe estar unido y dispuesto de tal forma que refuerce la unión del codaste a la quilla con una curva, unir el extremos de popa a la sobrequilla y hacer de apoyo a los extremos del forro y debe soportar las gambotas de la bovedilla

2.1.6 GAMBOTA CENTRAL DE LA BOVEDILLA

Si esta gambota está encepada sobre el codaste y unida al macizo, su voladizo nodebe exceder de los tres quintos (60%) de su longitud total, para una popa de escudo, o de los dos tercios (67%) de la longitud hasta la cubierta, si no existe escudo.

Si la gambota va unida a un codaste que se prolonga hasta la cubierta, estará entallada en el codaste para con ello evitar el desplazamiento vertical. Se unirá igualmente al codaste por medio de una curva.

2.1.7 CABILLAS CORTAAGUAS

Se colocará una cabilla cortaaguas de abeto bien seco en cada intersección del alefriz con la unión de dos piezas. Se deben colocar, principalmente, cabillas cortaaguas en la unión de la quilla con el codaste, la roda o el pie de roda, en los escarpes de la quilla y en la unión de la bovedilla con el codaste.

2.2 ESTRUCTURA TRANSVERSAL

2.2.1 CUADERNAS COMPUESTAS

La separación o clara entre cuadernas de eje a eje y los escantillones esta tabulado.

En caso de un casco con proporciones diferentes, la altura se modificará, en principio, de acuerdo con la corrección indicada en el gráfico 6. Sin embargo, si la corrección es una reducción, la altura de las partes altas de las cuadernas no deberá ser inferior a 1,6 veces el espesor de las cintas.

En los buques cuya relación L/C es superior a 7,35, el ancho de las cuadernas se encuentra en las tablas del numeral

Por otra parte, si la astilla muerta de la varenga es de importancia, la altura de las varengas deberá aumentarse para suavizar su contorno interior y no cortar las fibras de la madera.

2.2.2 TOPES, CUADERNAS Y EMPALMES

Las piezas de las cuadernas deberán obtenerse de forma que sigan la fibra de la madera. Las diversas piezas de un mismo plano estarán en contacto por topes planos.

Los empalmes o entrecruzamiento de las ligazones de uno y otro plano deberán tener, en principio una longitud igual por lo menos a 5 veces la altura de las ligazones.

2.2.3 VARENGAS Y GENOLES

En la construcción con varengas sencillas, el brazo de las varengas tendrá una longitud por lo menor igual a $0,15 B$ en la zona de la cubierta maestra . Cada genol tendrá una longitud por lo menos igual a $0,4 B$.

En la construcción con varengas dobles, el entrecruzamiento de los dos planos será, por lo menos, igual a $0,2 B$ y la longitud de cada varenga será, por lo menos, de $0,5 B$.

Si la profundidad del entalle no es superior al 10% del ancho de la quilla, no habrá que tener en cuenta la disminución de la sección de la quilla al efectuar el cálculo de la sección total tabulado.

2.2.4 CUADERNAS EN LOS EXTREMOS

Los extremos del buque, donde no existen varengas normales, los pies de las semicuernas deberán ser no solamente unidos a las piezas, sino también ensamblados de tal forma que se evite cualquier deslizamiento.

Si las últimas cuernas están cortadas de una sola pieza (ligazón), pueden ser sencillas, en lugar de estar constituidas por dos planos. En este caso, la clara entre ejes deberá disminuirse en el espesor de un plano de ligazones.

2.2.5 MAMPAROS PRINCIPALES

El sistema de construcción de los mamparos principales es el siguiente:

Cada mamparo se montará sobre un contorno completo, constituido por una cuerna y por un bao convenientemente situados en el mismo plano transversal, completado por una varenga alta, curvas verticales situadas bajo los baos y piezas de apoyo sobre los palmejares del forro interior. El espesor de la varenga alta, de las curvas verticales y de las piezas de apoyo, será igual al ancho de las ligazones de cuerna a que cada una de estas piezas vaya encabillada.

Si el forro del mamparo es sencillo, sin refuerzos verticales, y está constituido por tabloncillos verticales machihembrados, tendrá como mínimo el espesor siguiente: $2,4\text{cm}$ cuando la altura h desde la parte superior de la varenga alta hasta el punto más alto del bao de la cubierta sea inferior a $1,60$ metros o $1,5\%$ de h cuando esta altura sea superior a $1,60\text{m}$. Deberán

colocarse refuerzos horizontales con una separación máxima de 30 veces el espesor del forro del mamparo.

2.3 FORRO EXTERIOR, PALMEJARES Y TRANCANIL

2.3.1 FORRO EXTERIOR

Los espesores del forro exterior ordinario y de las tracas reforzadas están tabuladas.

A proa y a popa de la semieslora central, la aparadura y las tracas de pantoque pueden disminuir gradualmente de espesor hasta alcanzar el mismo valor que el del forro exterior ordinario. Para los buques cuya relación L/C sea superior a 7,35, el espesor del forro exterior está tabulado también.

2.3.2 TOPES Y ABERTURAS

En principio, ningún tablón tendrá menos de 6 m de longitud, salvo en los extremos del buque. Los topes de dos tracas adyacentes estarán separados unos de otros por lo menos tres intervalos o claras de cuadernas.

Los topes de las tracas separadas por una traca intermedia estarán separados por lo menos dos claras de cuadernas. Los de tracas separadas por dos tracas intermedias estarán separados, por lo menos, una clara de cuadernas. Las uniones situadas en la misma clara deberán estar separadas por tres claras como mínimo.

Las mismas reglas deben ser observadas para la distancia que debe existir entre los topes del pantoque con relación a los de los palmejares de la misma zona.

Los topes de la aparadura deberán estar a 1,50 metros como mínimo de los escarpes de la quilla. En las aperturas del forro exterior que tengan un diámetro superior a un tercio del ancho de una traca, se dispondrá, en principio, un tablón doblante interior, fijado a la traca perforada y a las dos tracas adyacentes.

Para las aperturas de los sondadores, los espacios libres entre cuadernas deben rellenarse por medio de macizos sujetos al forro exterior y a las cuadernas. Si es necesario cortar un genol o una cuaderna completa, la disposición del macizo deberá someterse a aprobación del reglamento.

2.3.3 PALMEJARES DE PANTOQUE

En la zona central de la eslora los palmejares de pantoque tendrán, en principio, el mismo espesor y el mismo desarrollo que las tracas de pantoque reglamentarias.

A proa y a popa de la semieslora central, el ancho de las tracas puede disminuir gradualmente hasta los extremos, donde la reducción puede alcanzar el 25%.

En la proa hay que colocar una buzarda que una los palmejares de pantoque a la roda.

2.3.4 CUERDAS Y TRANCANILES

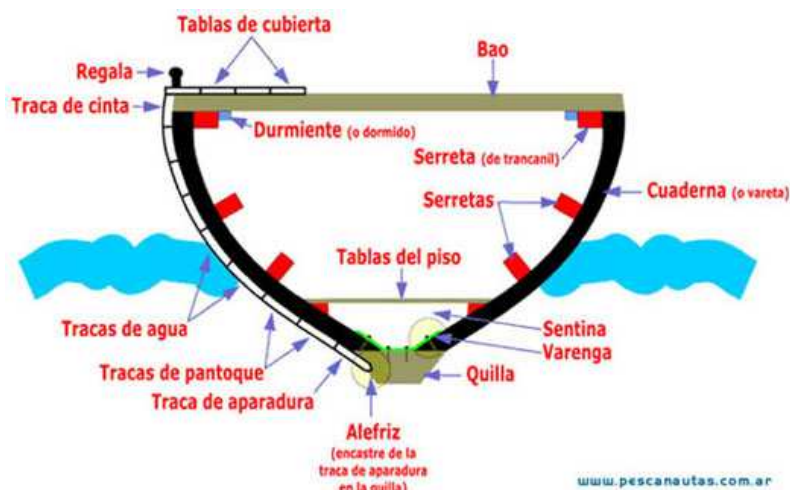
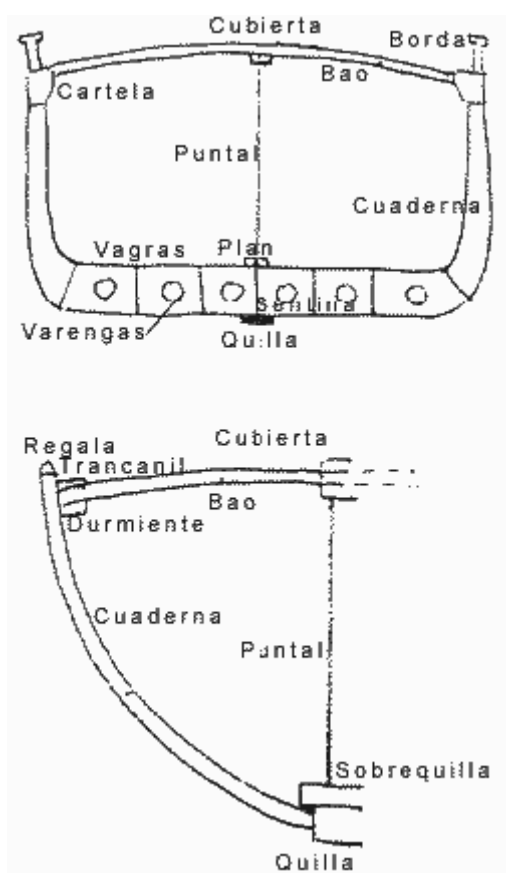
El escantillonado del trancanil es el de la parte intacta situada por el interior de los barraganetes. Si esta parte está constituida por dos tracas, el ancho deberá aumentarse en un 50%.

La dimensión intacta del ancho del trancanil por el interior de los barraganetes, deberá ser por lo menos igual a su altura.

Para un buque cuya relación L/C sea superior a 7,35, se entrará a las tablas. La sección del durmiente deberá aumentarse si se entalla más de 1/5 (20%) para las colas de milano de unión con los baos.

En principio, se colocarán dos tracas de sotadurmientes del escantillón dado en las tablas. Sin embargo, puede colocarse solamente una traca con las dimensiones reglamentarias o aún ninguna en buques pequeños: en estos dos casos el ancho del durmiente deberá aumentarse, respectivamente, en un cuarto (25%) o en la mitad.

El ancho de las cuerdas de las superestructuras y de los entrepuentes podrá reducirse en un 25% en los buques cuya cubierta principal sea continua.



2.3.5 ESCARPES Y TOPES

Las piezas de durmientes y de contradurmientes deberán ser lo más largas posible: en principio, ninguna pieza será menor de 7 m de longitud, excepto en los extremos del buque.

Las piezas de los sotadurmientes deberán unirse entre sí por medio de escarpes que se apoyen sobre dos cuadernas, si no hay más que una traca de sotadurmientes y no hay contradurmiente.

Las piezas de un trancanil ancho deberán unirse a escarpe si el trancanil está constituido por una sola traca. En este caso, el escarpe deberá tener por lo menos una longitud de 3,5 veces el ancho reglamentario del trancanil. Los escarpes o topes de los durmientes, sotadurmientes, contradurmientes y trancaniles, deberán disponerse convenientemente separados entre sí y con los topes de las dos tracas superiores de las cintas. Los topes o escarpes de las dos piezas adyacentes, deberán distar entre sí, por lo menos, 3 claras de cuadernas.

2.3.6 EXTREMOS

A proa y a popa de la semieslora central del buque, la sección de las piezas podrá reducirse progresivamente hasta los extremos, donde la reducción puede llegar al 25%.

Los extremos de los durmientes, contradurmientes y trancaniles, deberán unirse por buzardas a las piezas principales.

2.4 ESTRUCTURA DE CUBIERTA

2.4.1 BAOS

El ancho y la separación media de eje a eje de los baos ordinarios, sin barrotines intermedios, están tabulados. La altura de los baos será igual a 2,2 cm por metro de la manga B.

La separación entre ejes puede aumentarse localmente, sin reforzar los baos, siempre que no se sobrepase la separación máxima dada en las tablas. En este caso, sin embargo, el intervalo entre los baos adyacentes deberá reducirse de tal forma que la separación media de tres intervalos de baos consecutivos sea siempre por lo menos igual a la separación media dada en las tablas.

El escantillonado definido en 1 y 2 se aplica a los baos que están soportados en

algunos puntos por mamparos principales y por puntales, repartidos de una de las formas indicadas en los párrafos siguientes.

Los puntales pueden colocarse directamente bajo un bao o bien servir de apoyo a dos baos por intermedio de un entremiche. En este caso, los puntales deberán repartirse entre los mamparos principales a intervalos que no sobrepasen de dos veces la separación media entre baos, más 80cm. A lo largo de la manga, los puntales deberán colocarse a una distancia del plano de crujía igual como máximo a un cuarto de la manga del buque.

Si los puntales están colocados en hileras bajo una cuerda a cada banda, su separación puede llegar a ser de 5 veces la separación media entre baos. En este caso, las cuerdas deberán tener un ancho igual al de los baos y una altura igual a $\frac{1}{5}$ (20%) de la separación media entre baos.

2.4.2 BAROTINES

Los barrotines dispuestos por el través de las aberturas de cubierta, pueden repartirse a una distancia igual a la separación máxima dada por las tablas

En los costados de las aberturas de cubierta, los barrotines deberán estar unidos a las brazolas de escotillas y, en todo lo que sea posible, estarán comprendidos entre las brazolas y las cuerdas.

2.4.3 REFORZADOS

Si no se pueden cumplir las condiciones de sujeción de los puntales dadas los baos deberán reforzarse. La altura y el ancho se aumentarán, en

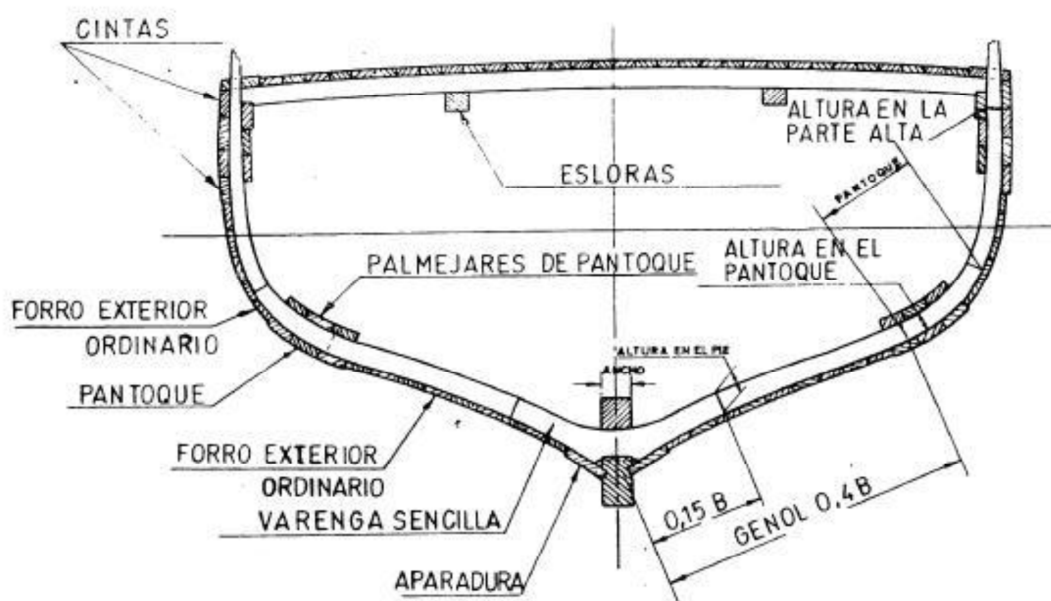
principio, en un 25%. Los baos a los que están ensambladas otras piezas, deberán reforzarse para compensar los entalles de unión.

Baos reforzados o refuerzos equivalentes, deberán colocarse en los extremos de las casetas, en las fogonaduras de los palos y, en general, en aquellos lugares de la cubierta que deban soportar esfuerzos importantes y concentrados. La unión de los extremos de estos baos a los durmientes deberá hacerse por curvas horizontales y verticales o dispositivos equivalentes.

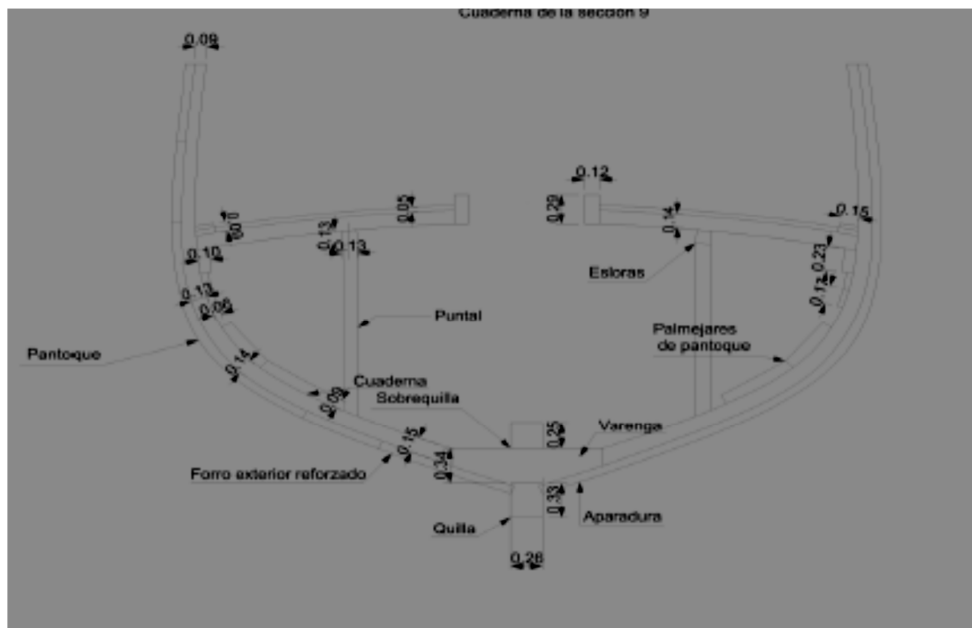
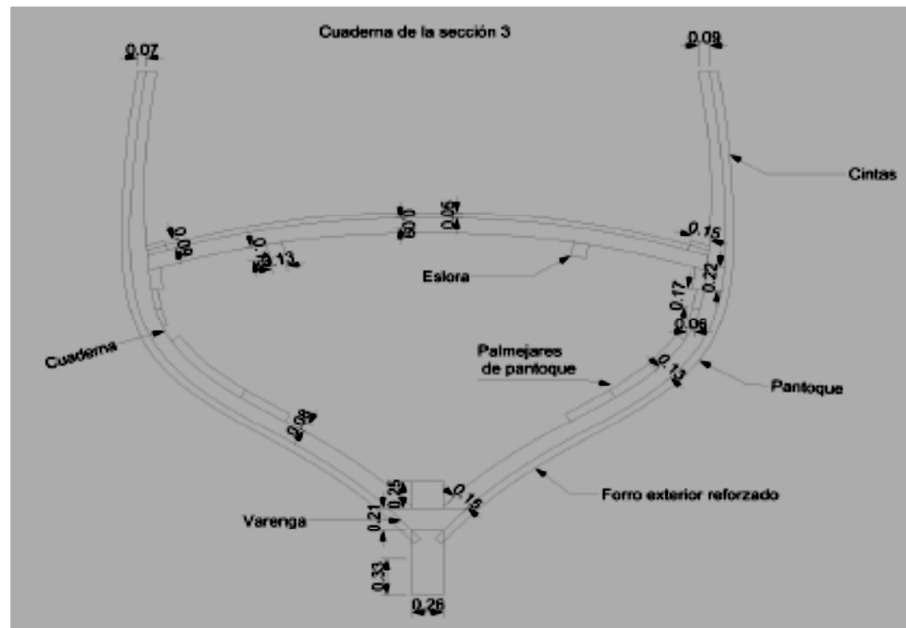
2.4.4 FORRO

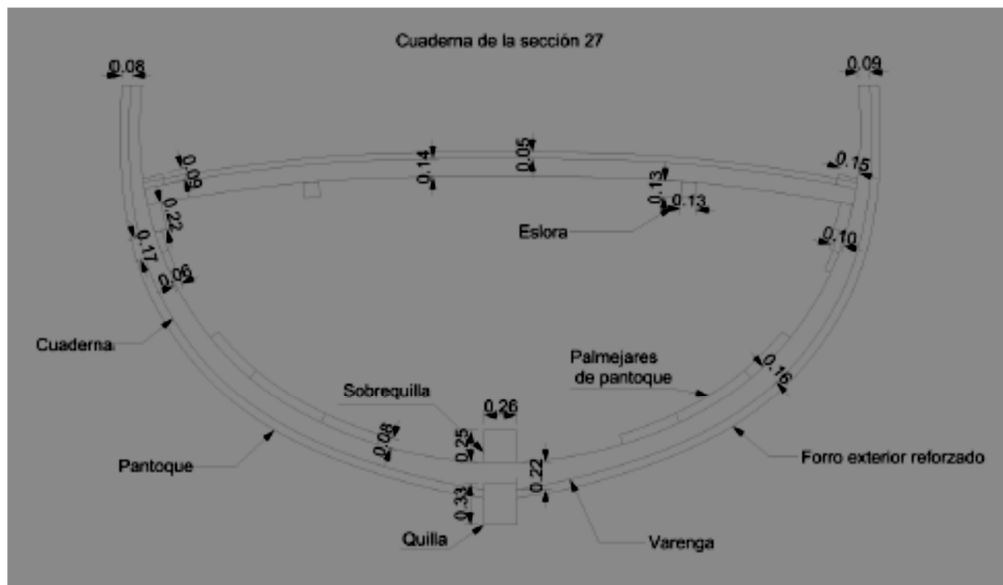
El espesor del forro de cubierta está tabulado. En principio, el ancho de las tracas no deberá ser mayor de dos veces el espesor, más 4cm. La longitud de los tablones deberá ser de 4 m. Como mínimo, excepto para aquellos situados entre dos aberturas de la cubierta y en los extremos del buque.

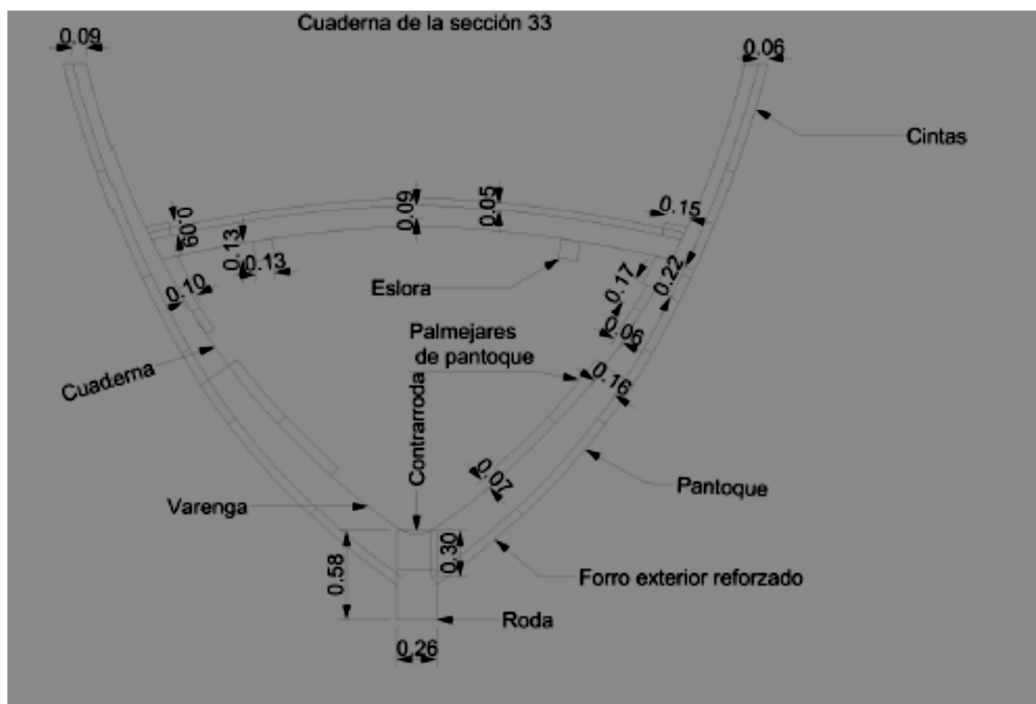
Los topes de dos tablones consecutivos deberán estar separados por dos intervalos de baos, como mínimo.



2.4.5 PLANOS DEL ESCANTILLONADO







CAPITULO 3: ELEMENTOS DE UNION, CALAFATEADO Y PROTECCIÓN

3.1 CABILLAS Y PERNOS

El diámetro mínimo de las cabillas y pernos de acero galvanizado se da en las tablas, según para lo que se van a usar debemos escoger unas medidas u otras. El diámetro de las cabillas de acero no galvanizado deberá aumentarse en 3 mm.

CABILLAS Y PERNOS

Uniones	Para entrar en la tabla 11	
	Dimensión de la pieza	Número de la línea
Quilla y sobrequilla a cada varenga Polines del motor sobre varenga	Ancho de la quilla	3
Escarpes de quilla o de sobrequilla	Ancho + altura de la pieza	2
	$\frac{\text{ancho}}{2}$ } la dimensión menor	
Macizos, roda, codaste	Ancho de las piezas	3
Ligazones de cuadernas. Curvas de madera	Ancho de una ligazón de cuaderna	2
Forro exterior a cuadernas	Espesor del forro	1
Vagras de pantoque, sotadurmientes y durmientes a cuadernas	Altura de la pieza fijada	1
Contradurmientes a durmientes y cuadernas	Altura del contradurmiente	1
	$\frac{\text{ancho} + 2 \text{ altura}}{3}$ } la dimensión menor	
Bao a trancanil y durmiente Bao a durmiente Bao a contradurmiente	Ancho + altura del bao	3
Elementos de unión horizontales del trancanil	2	2
	Altura	

TABLA 11

Dimensión de la pieza en cm. según la tabla 10	1	3 a 3,6	3,6 a 4,4	4,4 a 5	5 a 5,8	5,8 a 6,6	6,6 a 7,2	7,2 a 8,2	8,2 a 9
	2				6 a 7	7 a 8	8 a 9	9 a 10	10 a 11
	3				7,5 a 9	9 a 10	10 a 11	11 a 12,5	12,5 a 13,5
Diámetro en mm.		8	9	10	11	12	13	14	15

Dimensión de la pieza en cm. según la tabla 10	1	9 a 10	10 a 10,5	10,5 a 11,5	11,5 a 12,5	12,5 a 13,5	13,5 a 14,5	14,5 a 15,5	15,5 a 17
	2	11 a 12	12 a 13	13 a 14,5	14,5 a 15,5	15,5 a 16,5	16,5 a 18	18 a 19	19 a 20,5
	3	13,5 a 15	15 a 16,5	16,5 a 18	18 a 19,5	19,5 a 21	21 a 22,5	22,5 a 24	24 a 26
Diámetro en mm.		16	17	18	19	20	21	22	23

Dimensión de la pieza en cm. según la tabla 10	1	17 a 18	18 a 19						
	2	20,5 a 22	22 a 23	23 a 25					
	3	26 a 27,5	27,5 a 29	29 a 30,5	30,5 a 32	32 a 34	34 a 36	36 a 38	
Diámetro en mm.		24	25	26	27	28	29	30	

Las cabillas remachadas en principio, que se empleen para fijar el forro exterior, tendrán cabeza forjada. La estanqueidad bajo la cabeza deberá asegurarse colocando unos hilos de estopa enrollados en el cuello o por un procedimiento equivalente.

La diferencia de diámetro entre la cabilla y el agujero de la pieza donde se coloquen cabillas remachadas, deberá ser tan grande como sea posible y, por lo menos, igual al 5% del diámetro de la cabilla. Las cabillas deberán remacharse sobre fuertes arandelas.

Para los pernos la parte fileteada tendrá en principio, un diámetro menos que el fuste, para evitar su deterioro durante el montaje. Los agujeros para los pernos deberán barrenarse a un diámetro algo inferior o por lo menos igual al del perno para que los pernos entren a rosca en la pieza.

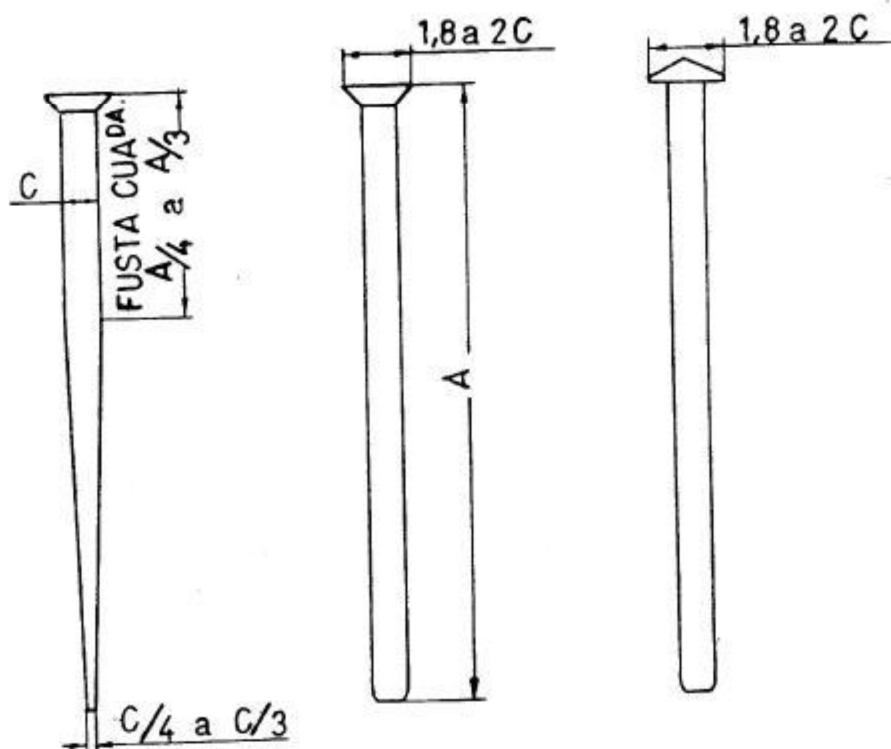
Las tuercas deberán apretarse sobre fuertes arandelas, después de lo cual, y para inmovilizarlas, se procederá a retacar el vástago del perno sobre la tuerca. Los pernos que atraviesen el casco deberán llevar la tuerca por el interior del casco y su estanqueidad deberá asegurarse a la altura de la cabeza.

3.1.2-CABILLAS DE PUNTA PERDIDA

Las cabillas de punta perdida utilizadas para la unión de las piezas principales, deberán penetrar en la última pieza una longitud por lo menos igual a 12 veces el diámetro de la cabilla reglamentaria.

Las cabillas de punta perdida empleadas en lugar de cabillas remachadas, para la fijación del forro y de los palmejares, deberán penetrar en la cuaderna una longitud por lo menos igual a 2 veces el espesor de la raza fijada. Las cabillas de punta perdida deberán disponerse en cola de milano, es decir, dando a cada cabilla una inclinación contraria a la anterior y a la siguiente, tanto en las uniones de las piezas principales como en todas

aquellas en que ello sea posible.



3.1.3-CABILLAS REMACHADAS

En principio, las cabillas que se empleen para fijar el forro exterior, tendrán cabeza forjada. La estanqueidad bajo la cabeza deberá asegurarse colocando unos hilos de estopa enrollados en el cuello o por un procedimiento equivalente.

La diferencia de diámetro entre la cabilla y el agujero de la pieza donde se coloquen cabillas remachadas, deberá ser tan grande como sea posible y, por lo menos, igual al 5% del diámetro de la cabilla. Las cabillas deberán remacharse sobre fuertes arandelas.

3.1.4-PERNOS

La parte fileteada de los pernos tendrá, en principio, un diámetro menos que el fuste, para evitar su deterioro durante el montaje. Los agujeros para los pernos deberán barrenarse a un diámetro algo inferior o por lo menos igual al del perno para que los pernos entren a rosca en la pieza.

Las tuercas deberán apretarse sobre fuertes arandelas, después de lo cual, y para inmovilizarlas, se procederá a retacar el vástago del perno sobre la tuerca. Los pernos que atraviesen el casco deberán llevar la tuerca por el interior del casco y su estanqueidad deberá asegurarse a la altura de la cabeza.

3.2 CLAVAZÓN

Los clavos deberán tener una longitud por lo menos igual a 2,2 veces el espesor de las tracas que fijen y penetrar en la pieza soporte por lo menos 1,5 veces el espesor del forro o 1,2 veces el espesor de los palmejares.

Las puntas que puedan utilizarse eventualmente en lugar de clavos, para clavar el forro de la cubierta, deberán ser galvanizadas en caliente. Deberán tener cabezas fuertes, con preferencia fresadas. Su longitud y su penetración en los baos deberán ser las mismas definidas en 2 para los clavos.

3.3 DISPOSICIÓN DE ELEMENTOS DE UNIÓN

Para las piezas principales como la sobrequilla y la quilla deberán unirse, en cada cuaderna, por lo menos por medio de un elemento de unión que deberá atravesar también un plano de varenga. Esos elementos de unión pueden ser: cabillas de punta perdida, si la altura de la quilla es suficiente; cabillas remachadas o pernos.

Si la dimensión (ancho+altura) de la sobrequilla es superior a 3 veces el ancho de la quilla, la sobrequilla deberá, además, unirse a cada varenga por medio de una cabilla de punta perdida.

Si existen sobrequillas laterales adosadas a la sobrequilla, deberán encabillarse o empernarse horizontalmente en cada espacio entre cuadernas y encabillarse a la varenga en cada cuaderna. Cada escarpe de quilla o de sobrequilla deberá llevar, independientemente de los elementos de unión comunes con otras piezas, un perno por cada 30 cm de longitud de escarpe, con un mínimo de 4 pernos.

La roda, la contrarroda, los macizos y la quilla deberán, en principio, encabillarse o empernarse entre sí a la misma separación media de la quilla y la sobrequilla. Esta separación se reducirá, si es preciso, para que la quilla y la roda se unan cada una al pie de roda con, por lo menos, tres elementos de unión. Se deberán disponer elementos de unión complementarios, si los macizos están constituidos por varias piezas superpuestas unidas por planos sucesivos.

3.3.1 ESTRUCTURA TRANSVERSAL

Las ligazones de las cuadernas dobles deberán unirse entre sí por medio de dos elementos de unión (pasadores, clavos, etc.) en cada empalme. En la construcción con varengas sencillas, cada genol deberá unirse a la varenga por medio de 3 elementos de unión de los tipos indicados para las

cuadernas dobles. En la construcción con varengas dobles, éstas deberán unirse entre sí por cuatro de dichos elementos, como mínimo.

Los escarpes de las cuadernas sencillas deberán estar atravesados, por lo menos, por dos pernos o por dos cabillas remachadas, independientemente de la clavazón del forro exterior y de los palmejares. El forro de los mamparos principales deberá estar sólidamente unido a todo el contorno del mamparo. Deberán unirse al marco de contorno por lo menos por clavos dispuestos con una separación de 5 cm más dos veces el espesor del mamparo.

3.3.2-FORRO EXTERIOR, PALMEJARES Y TRANCANIL

Las tracas del forro exterior de los palmejares de bodegas y de los durmientes, podrán ir totalmente clavadas, fijarse usando clavos y cabillas o pernos o estar enteramente encabilladas o empernadas. Los elementos de unión deberán repartirse entre los dos planos de ligazones de las cuadernas dobles. Los elementos de unión del durmiente al costado pueden distribuirse según se indica en la tabla 12; sin embargo, deberá colocarse por lo menos una cabilla remachada o un perno cada dos cuadernas. Las cabillas remachadas o los pernos, podrán atravesar las cintas y servir igualmente para fijar el sotadurmiente, si existe.

El sotadurmiente deberá unirse al durmiente y a las cuadernas por lo menos con un perno o una cabilla remachada cada dos cuadernas y por una cabilla de punta perdida en las cuadernas intermedias.

Los trancaniles estrechos se clavarán sobre los baos y sobre la primera cinta. Los trancaniles anchos deberán encabillarse al durmiente a través de cada extremo de bao. Sus escarpes deberán recibir por lo menos dos cabillas horizontales. Los trancaniles formados por dos tracas, se deberán unir, en principio, por un encabillado en cola de milano o por cabillas remachadas. Los trancaniles con cajeras llevarán, en principio, a la misma separación que las cuadernas, una cabilla remachada que atravesase la primera cinta y dos clavos en cada espacio entre ellas.

DISPOSICION DE LOS ELEMENTOS DE UNION DEL FORRO EXTERIOR
Y DURMIENTES

Tipo del elemento de unión	Ancho de la traca cm.	En cada cuaderna	Cada dos cuadernas	En todos los topes
Clavos	< 12	2 clavos	—	2 clavos
	12 a 20	3 clavos	—	3 clavos
	20 a 27	4 clavos	—	4 clavos
	> 27	5 clavos	—	5 clavos
Clavos y otros elementos de unión	< 12	1 clavo	+ 1 elemento de unión (1)	1 clavo + 1 elemento de unión (1)
	12 a 20	2 clavos	+ 1 elemento de unión (1)	2 clavos + 1 elemento de unión (1)
	20 a 27	3 clavos	+ 1 elemento de unión (1)	3 clavos + 1 elemento de unión (1)
	> 27	3 clavos + 1 elemento de unión (1)	—	2 clavos + 2 elementos de unión (1)
Otros elementos de unión	< 12	1 elemento de unión (1)	+ 1 elemento de unión (1)	2 elementos de unión (3)
	12 a 20	2 elementos de unión (4)	—	2 elementos de unión (3)
	20 a 27	2 elementos de unión (4)	+ 1 elemento de unión (2)	3 elementos de unión (5)
	> 27	3 elementos de unión (5)	—	3 elementos de unión (5)

Notas:

1. Cabilla remachada o cabilla de punta perdida equivalente, definida en 7.10.22; o perno.
2. Cabilla remachada o cabilla de punta perdida equivalente, si el primer elemento de unión es una cabilla remachada o una cabilla de punta perdida equivalente. Si uno de los elementos de unión es un perno, el otro puede ser una cabilla de punta perdida más corta, pero que penetre en la cuaderna 9/10 de su altura, como mínimo.
3. Cabillas remachadas, cabillas de punta perdidas equivalentes o pernos.
4. Cabillas remachadas, o cabillas de punta perdida equivalentes, o pernos; con un perno puede admitirse una cabilla de punta perdida más corta, pero deberá penetrar en la cuaderna 9/10 de su altura, como mínimo.
5. Cabillas remachadas, o cabillas de punta perdida equivalentes, o pernos; con dos pernos podrá admitirse una cabilla de punta perdida más corta, pero que debe penetrar en la cuaderna 9/10 de su altura, como mínimo.
6. Elemento de unión no admitido para los durmientes (ver 7.12.32).

3.3.3 ESTRUCTURA DE CUBIERTA

Los extremos de los baos y de los barrotines deberán fijarse, por lo menos, por medio de una cabilla común al trancanil y al durmiente o por una cabilla al durmiente o al sotadurmiente y un perno al sotadurmiente.

En principio, los baos que no se prolongan en las bandas más allá del durmiente, se unirán a las cuadernas por una abrazadera o por una curva con dos elementos de unión al bao y dos o tres elementos de unión al forro.

Los baos y las cuadernas se unirán entre sí por lo menos por medio de una cabilla remachada o, preferentemente, por un perno. Las brazolas de escotillas se encabillarán a los baos y entremiches, pero las brazolas que sirvan de unión a una caseta deberán, en principio, empernarse a los baos y barrotines al mismo tiempo que a las cuerdas situadas bajo cubierta, si existen.

En principio, las tracas de cubierta que tengan 10 a 16 cm de ancho, se fijarán a los baos o barrotines por lo menos por uno y dos clavos alternativamente y por dos en los extremos.

3.3.4 CALAFATEADO Y PROTECCIÓN

Se recomienda que las juntas de unión que no se calafateen y por las que el agua pueda filtrarse, se impregnen, durante el montaje, con una capa espesa de pintura o de otro producto conveniente. Se recomienda, igualmente, el taponar los alojamientos de las cabezas de los elementos de unión, de las tuercas o de los remaches, si deben quedar cubiertos por otras piezas. El producto que se emplee para ello puede ser una mezcla de minio, masilla, aceite de linaza y filástica de estopa; un producto bituminoso que se endurezca lentamente o una pasta equivalente que no ataque a los elementos de unión.

Los cantos de las tracas a calafatear deberán estar aproximadamente en contacto en la cara interior del casco y abiertos hacia el exterior, en proporción a su espesor. La estopa alquitranada que se emplee para el calafateado deberá ser de primera calidad. Las juntas deberán quedar bien rellenas, sin que la estopa las atraviese por completo.

Los cordones de estopa de los topes deberán cruzarse convenientemente con los delas costuras longitudinales. Las costuras del casco y de la cubierta deberán embrearse o rellenarse con masilla, después de aplicar una capa de pintura si se considera necesaria para que agarre la masilla. Las cabezas de los elementos de unión que queden por el exterior del casco deberán recubrirse con masilla o colocando tapines de madera de la misma calidad que las piezas a unir.

Las pastas, masillas, breas y pinturas que se empleen, deberán ser compatibles unas con otras. Especialmente deberá evitarse la superposición de productos grasos a base de aceite de linaza y de productos bituminosos. Las breas y masillas deberán endurecerse después de su aplicación sin llegar a ser demasiado quebradizas. Deberán ser muy adherentes. Los fondos interiores del casco (sentinas), deberán embrearse o cementarse y estarán provistos de groeras, si es necesario, para permitir que la totalidad de las aguas de la bodega desagüe a los puntos en que estén situadas las tomas de achique.

CAPITULO 4: TIMÓN

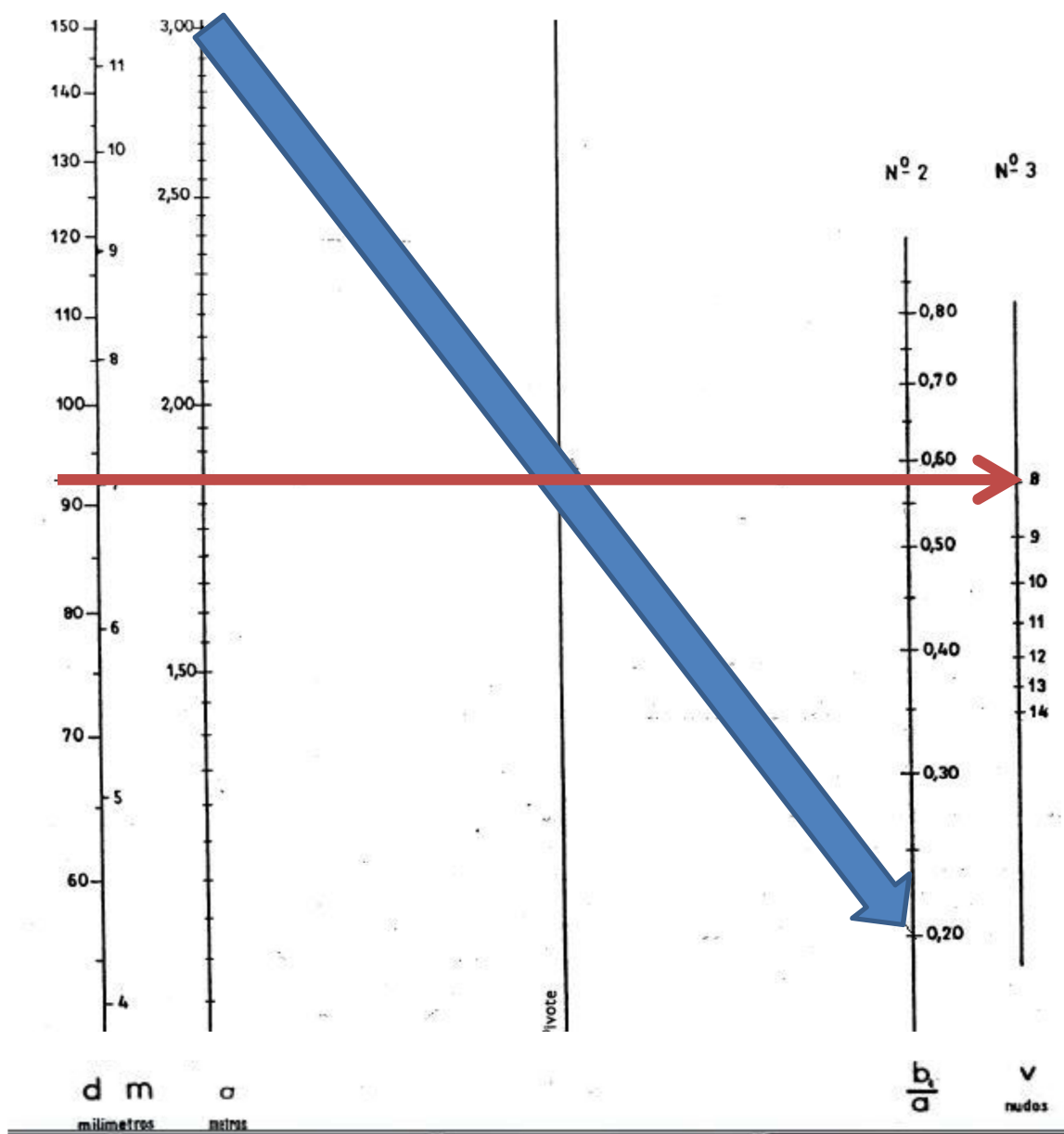
4.1TIMÓN CON PINZONES Y PALA DE MADERA

Mecha: Para los timones con pinzotes, la dimensión a será:

$A=1,2 \times \text{altura de la pala.}$

El escantillonado se determinará para una velocidad de 8 nudos.

El diámetro de la mecha se obtendrá calculando en primer lugar la relación ficticia: $b_1/a = b/a - 1,2$.



$D = 92,5 \text{ cm}$

4.1.2 UBICACIÓN DE LA MECHA

El pinzote superior deberá colocarse lo más arriba que sea posible. En principio, el herraje o brazo correspondiente al mismo bordeará el canto alto de la pala y recibirá el acoplamiento de la mecha; el espesor de este herraje deberá ser igual a $1/4$ del diámetro que tenga la mecha en la región en que se coloquen los pernos de acoplamiento.

Si la brida de acoplamiento es vertical, deberá llevar, por lo menos, 8 pernos de acoplamiento.

4.1.3 PALA

Para una distancia entre pinzotes no mayor a la separación máxima entre brazos indicada por la tabla 153, el diámetro de los pinzotes estará dado por la fórmula: $d_a = 0,5xd + 10\text{mm}$.

La longitud de la superficie de apoyo entre macho y hembra en los pinzotes, deberá ser, por lo menos, igual a $1,2d_a$. Los brazos de los herrajes de los pinzotes y de los tinteros deberán tener en su iniciación un espesor igual, por lo menos, a $0,4d_a$; este espesor puede reducirse a la mitad en los extremos de los brazos.

Los brazos de los herrajes fijos sobre el codaste deberán entallarse en el mismo. Los que estén colocados sobre la pala de la madera se extenderán, en principio, en todo el ancho de la pala. Únicamente se admitirán las uniones por pernos o por cabillas remachadas.

REDUCCION DEL DIAMETRO DE LA MECHA EN SU PARTE ALTA

151

b_1/a	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
% de reducción de d_1	27	23	20	17	15	13	11

b_1/a	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
% de reducción de d_1	10	9	8	7	7	6	6

Nota:

La relación b_1/a , definida en 8.12.12, sirve igualmente para determinar el diámetro de la mecha d_1 utilizando el gráfico 14.

DIMENSIONES DE LAS CHAVETAS

152

Diámetro de la mecha en mm. $\left\{ \begin{array}{l} \text{de} \\ a \end{array} \right.$	55	58	68	78	90	110	130
	58	68	78	90	110	130	150
Sección de la chaveta en mm.	16×10	18×11	20×12	24×14	28×16	32×18	36×20

PALA DEL TIMON

153

Dimensión a en metros	1,00	1,25	1,55	1,90	2,25	2,65	3,05
Distancia máxima entre brazos en mm.	600	675	750	825	900	975	1 050
Espesor de las planchas en mm. para una velocidad de 8 nudos	8	9	10	11	12	13	14

A nuestro timón no le vamos a reducir el diámetro de la mecha en la parte alta, para facilitar su construcción.

Para la tabla 152, para un diámetro de la mecha de 92,5mm, le corresponde una chaveta de dimensiones: 28x16mm.

Para la tabla 153, para $a=3$ metros, la distancia máxima entre brazos es de 1,05 metros, y el espesor de las planchas de 14 mm.

El espesor de la parte de proa de la pala será, en principio, igual al ancho de la quilla y del codaste. Las diversas piezas que componen la pala deberán unirse entre sí por un encabillado paralelo a la superficie o por otro dispositivo aprobado.

4.2 APARATO DE GOBIERNO

El aparato de gobierno, bien sea a brazo o movido por una fuente de energía, deberá permitir orientar el timón de manera satisfactoria en todas las condiciones de marcha y de maniobra del buque. En particular, con el buque navegando adelante a la velocidad máxima de servicio, se deberá poder maniobrar la caña desde 35° a una banda a 30° a la otra en menos de medio minuto.

CAPITULO 5: EQUIPOS

5.1 NUMERAL DE EQUIPO

Las características principales de las anclas, cadenas y cabullería se determinan en la tabla 16, en función del numeral de equipo NA, definido como sigue:

Se podrá tomar para NA el mismo numeral de escantillonado N, sin ningún aumento, cuando se cumplan las siguientes condiciones:

La longitud de las superestructuras principales y la longitud de las casetas deben ser inferiores cada una a un cuarto (25%) de la eslora entre perpendiculares.

La altura de las superestructuras principales debe ser inferior al 50% del puntal del buque.

La caseta deberá estar construida a un solo nivel, y únicamente el piso del puente de gobierno podrá estar eventualmente elevado sobre la cubierta.

Nuestro barco no cumple las dos primeras condiciones.

3-En los demás casos, el numeral NA será igual al de escantillonado N aumentado en los volúmenes siguientes:

La mitad de la capacidad de las superestructuras principales (castillo, toldilla), despreciando aquellas partes que queden fuera de la eslora entre perpendiculares.

En este caso: $60\text{m}^3 \times 0,5 = 30\text{m}^3$

Un cuarto de la capacidad de las casetas. En este barco no hay casetas

El nuevo numeral de equipo será: $\text{NA} = 235,186\text{m}^3 + 30\text{m}^3 = 265,186\text{m}^3$

ANCLAS, CADENAS Y CABULLERIA

NA Ver 9-11	Anclas		Cadenas		Cabos o cables de fibra vegetal o de acero				
	Número	Peso del ancla principal kg.	Diámetro mm.	Longitud total m.	Diámetro del primero		Diámetro del segundo		Longitud de cada una m.
					Cáñamo o abacá mm.	Acero galvanizado mm.	Cáñamo o abacá mm.	Acero galvanizado mm.	
60 a 80	1	50	11	60	22	—	22	—	50
80 a 97	1	60	12	60	25	—	25	—	60
97 a 128	1	70	13	60	25	—	25	—	60
128 a 155	1	80	14	60	28	—	25	—	70
155 a 206	1	100	15	60	28	—	25	—	70
206 a 249	2	120	16	90	32	11	25	—	70
249 a 300	2	140	17	90	32	11	25	—	70
300 a 365	2	160	18	90	36	12,5	25	—	80
365 a 440	2	180	19	90	36	12,5	25	—	80
440 a 535	2	200	20	110	40	14	25	—	90
535 a 640	2	220	21	110	40	14	25	—	90
640 a 710	2	240	22	110	40	14	25	—	90
710 a 780	2	260	22	140	45	14	28	—	110
780 a 860	2	280	23	140	45	14	32	11	110
860 a 940	2	300	24	165	45	14	32	11	110
940 a 1030	2	300	25	165	50	16	32	11	110
1030 a 1140	2	320	26	190	50	16	36	12,5	110
1140 a 1250	2	350	27	190	50	16	36	12,5	110
1250 a 1370	2	380	28	190	53	16	40	12,5	110

Nuestro barco necesita:

2 anclas de 140 kg cada una.

90 metros de cadena de 17 mm de diámetro.

70 metros de cabo de cáñamo o abacá de 32 mm de diámetro.

4.3 TECNOLOGIA DE CONSTRUCCIÓN APLICADA EN LA ÉPOCA

4.3.1 ESTOPA Y BREA

El calafateado de la zona del casco sumergida, denominada obra viva, y de la cubierta sometida al embarque de agua es el proceso por el que se hacen estancas las uniones a tope de las piezas que forman el forro y la cubierta, mediante la introducción de un material de relleno en la junta y posterior cubrimiento con una pasta impermeabilizante. Tradicionalmente el calafateado se realizaba con cordones de estopa y brea (se le

llama también pez rubia en Cádiz). La estopa está formada por hilos de cáñamo, *Cannabis sativa*, que antes de introducir en la junta hay que hilar según el diámetro adecuado al tipo de junta. El cordón de estopa se elabora con hilos de cáñamo impregnados en alquitrán. Este tipo de estopa se denomina estopa con alma.

A mediados del siglo XIX se distinguían dos tipos de estopa: la estopa blanca formadas por las hebras producidas por la parte más gruesa y corta del cáñamo después de haberlo rastillado tres veces y la estopa negra que procedía de los cabos viejos deshilachados a los que daban una capa de alquitrán para preservarlos de la humedad. La primera era empleada para la fabricación de lona y cables y la segunda se hilaba en cordones del grueso necesario empleándose con ventaja sobre la estopa blanca para el calafateo.

La brea se utilizaba en el proceso de calafateado, es una resina obtenida como producto secundario en el proceso de destilación de la trementina para la obtención de la esencia o aceite de trementina, también conocida como aguarrás.

La brea recibe también la denominación de colofonia, "brea rubia" y pez griega. Para extender la brea sobre las juntas es necesario someterla a un proceso de calentamiento mezclándola con alquitrán vegetal, conocido también por la denominación de alquitrán dulce en algunas zonas como Cádiz, en la medida necesaria para que quede suficiente fluida y poder proceder a su aplicación.

El alquitrán vegetal se obtiene mediante un proceso de combustión incompleta de la madera de pino, es de color negro y bastante fluido. Otra mezcla ya en desuso es la brea rubia , alquitrán vegetal y sebo partes iguales, esta se le llamaba como "brea gorda". La misión del sebo era dar elasticidad a la mezcla.

También se ha empleado la brea con sebo. Para comprobar la mezcla se mojaba el extremo de un hilo en la mezcla y con los dientes se comprobaba la elasticidad. Si el barco iba a navegar por agua frías se añadía más cantidad de sebo porque existía el riesgo de que la brea estallase.

Las costuras de la cubierta se embreaban con un candil, y en el fondo y los costados se utilizaba un bispón de dar brea que se fabricaba haciendo dos cortes perpendiculares en el extremo de un palo e introduciéndolo en ellos mechas de algodón, o una brocha llamada escoperó. La brea se extendía haciendo virar hacia dentro el bispón, con lo que se perdía mucha brea.

A demás de la brea también se ha utilizado la masilla, que es una mezcla de aceite y albayalde, polvos de tiza o carbonato cálcico.

4.3.2 CLAVAZÓN Y PERNERIA

La conexión de las diferentes piezas de la estructura de un barco de madera se realizamediante uniones estructurales trabadas y la utilización de clavazón, pernería y cabillas de madera. La clavazón está formada por las puntas o puntillas, los clavos y los tornillos o pernos.

Todos ellos se galvanizan en caliente para asegurar una buena protección contra la corrosión. Las puntas se utilizan para uniones de poca responsabilidad, los clavos para la unión de las tablas del forro a las cuadernas y los tornillos para la unión de las grandes piezas estructurales.

La punta o puntilla tiene cuerpo cilíndrico con la cabeza plana. Sus dimensiones se definían tradicionalmente de acuerdo a la galga Paris que estaba formada por la cifras del 12 al 25 y la longitud en milímetros. Puntas típicas utilizadas en la carpintería de ribera son la 19x 80 y la 18x 70.

El clavo tiene el cuerpo facetado con cuatro caras y la cabeza plana, se define por la longitud en pulgadas, probablemente por influencia de los fabricantes británicos, con intervalos de media pulgada.

En regla general, en relación con la relación del clavo más adecuado para la fijación del forro a las cuadernas, que un tercio de su longitud debe quedar en la madera del forro y dos tercios penetrar en la cuaderna. El clavo empleado en carpintería de ribera se fabricaba tradicionalmente de forma artesanal partiendo de un tocho cuadrado, dando forma a la cabeza mediante forja y calentando a continuación el otro extremo para hacer la punta golpeando a mano. A continuación se decapaba y galvanizaba sumergiendo las puntas en un recipiente alimentado por leña. Si el galvanizado era irregular, a los carpinteros les gustaba más porque así se agarraba mejor el clavo a la madera. La cabeza del clavo se hace penetrar o embutir uno o dos centímetros en la madera del forro con el botador y se tapa con una pieza de madera llamada tapín, y también bitoque o clavicote.

El tornillo o perno roscado de cabeza redonda y cuello cuadrado se fabrica en diámetros de 6 a 25 mm y longitudes de 200 a 400 mm. El cuerpo es cilíndrico con la cabeza semiesférica y el primer tramo de sección cuadrada, con las esquinas sobresaliendo del diámetro para que al penetrar en la madera quede trabado y no gire.

Más recientemente se ha pasado a usar masilla para cubrir la cabeza de los clavos. Las cabillas son piezas cilíndricas de madera que se introducen en el taladro que atraviesa las dos piezas a unir con un cierto aprieto. Han caído en desuso por el aumento de horas de trabajo que supone su utilización aunque los carpinteros de ribera reconocen sus buenos resultados. Algunos mantiene su utilización en localizaciones concretas, como en la conexión de baos y esloras.

En los barco en que se encabillaba el forro, las cabillas de las primeras tablas eran ciegas al ser el espesor muy grande. Para aumentar el ajuste de la cabilla en el extremo interior se disponía de una cuña del mismo ancho que al llegar al fondo abría la cabilla contra barreno.

4.3.3 PROTECCIÓN , PINTURA

El principal problema de la madera como material de construcción naval es su debilidad frente al ataque de organismos vegetales y animales.

Los organismos vegetales se propagan con facilidad por la madera con más de un 20 % de humedad y se ven favorecidos por el aire viciado y la oscuridad, como se da el caso en las bodegas y espacios interiores de los barcos de madera. Los organismos animales más dañinos son los insectos xilófagos, como las larvas de polilla, carcoma y termitas, los crustáceos y

moluscos xilófagos como la broma (*teredo navalis*) que horada y destruye la madera.

Históricamente se han utilizado en España diferentes procedimientos de protección de la madera del casco frente a la broma:

Forrado de la obra viva con láminas de plomo, práctica que ya se hacía en el siglo XVI –

Utilización de un doble forro de madera en la obra viva, el más exterior destinado a sufrir los ataques de la broma por lo que era reemplazado periódicamente. Esta solución se empleaba cuando los barcos hacían el viaje a América donde el ataque de la broma era mayor.

Forrado de la obra viva con láminas de cobre, práctica que comenzó a utilizarse en España en el siglo XVIII.

Para proteger la madera de los efectos del mar y la intemperie, se han utilizado diferentes tipos de aceites y alquitranes:

Aceites de pescado, aceite de linaza, alquitrán vegetal y alquitrán mineral. Sobre estos tratamientos se aplicaban una pintura de terminación en la obra muerta cuya misión era cubrir completamente la madera e impedir que la humedad penetrase y que se produjeran fenómenos biológicos .

Estas pinturas se fabricaban con aceite de linaza añadiéndole unos polvos colorantes. Los colores más utilizados eran blanco, marrón, rojo, azul, verde y negro humo.

El crecimiento de organismos animales y vegetales en la cara exterior del forro de la obra viva tiene un efecto negativo sobre las características marinerías de la embarcación, porque aumenta de manera significativa la resistencia al avance de la carena.

4.3.4 HERRAMIENTAS USADAS

Las herramientas tradicionales con las que realizaba su trabajo el carpintero de ribera eran manuales y gran parte de ellas se mantuvieron prácticamente inmutables en el transcurso del tiempo a haber demostrado su utilidad en los trabajos para los que habían sido concebidas.

Estas herramientas están formadas en general por un bastidor de madera, adaptado por una parte a la mano que la va a manejar para lo que adopta la forma de mango , asa o soporte, y por otra al elemento que va a

trabajar directamente la madera y que normalmente es de hierro o acero mediante un sistema de fijación

HERRAMIENTAS DE CORTE:

sierra tronzadora

Sierra de aire, sierra de burro, sierra de dos manos

Sierra portuguesa, serrucho ordinario, serrucho de punta, serrucho de costilla, sierra de contornear,

HERRAMIENTAS DE CEPILLAR:

Garlopa

Cepillo de mano

Guillaume

Cepillo curvo, juntera o rebajador.

Machembra , cepillo de moldurar, acanalador ajustable, rasquetas , bastrén.



HERRAMIENTAS DE TALLAR:

Hacha

Azuela de mano, azuela de pie, formón, trencha, gubia, escoplo.

HERRAMIENTAS DE ACABADO DE SUPERFICIES:

Lima

Escofina

Raspilla

HERRAMIENTAS DE PERCUSIÓN:

Maza, martillo de uña.

HERRAMIENTAS DE EXTRACCIÓN:

Tenazas

Botador

Pie de cabra

HERRAMIENTAS DE PERFORACIÓN:

Barreno, berbiquí

HERRAMIENTAS DE CALAFATEAR:

Mazo o martillo de calafatear, hierros de calafatear.

HERRAMIENTAS DE SUJECCIÓN:

Sargento de varas, torniquete.

HERRAMIENTAS DE MEDIDA Y TRAZADO:

Falsas escuadras, cartabón, escantillón, gramil....

5. VALORACIÓN ECONOMICA. PRESUPUESTO

Para hacer el cálculo aproximado podemos empezar averiguando el peso del forro, esto lo podemos calcular con el área de la superficie mojada, la calcularemos a partir de la fórmula aproximada de

Denny:

$$S = (\text{Volumen carena})^{\frac{2}{3}} \cdot \left[3,4 + \frac{L_{pp}}{(\text{Volumen de carena})^{\frac{1}{3}}} \right]$$

Para todo el barco (262,851 m³ de volumen), nos da un valor de 242,508m² de superficie, que, multiplicado por el espesor del forro (0,08 m), nos el valor del volumen de madera de pino utilizado para el forro. Esto es igual a 19,5 m³ de madera de pino, si se multiplica por la densidad de esta madera podemos obtener el peso total de pino utilizado. La densidad de la madera del pino es de 500 kg/m³, por lo tanto el peso es 9,700 t.

El resto de nuestro peso en rosca es el perteneciente a la madera de roble y a los elementos de unión como son los clavos y cabillas, correspondientes a un 5% del peso del buque. Por lo tanto nos queda el siguiente reparto de pesos.

Madera de roble: desplazamiento en rosca (85,279 t), menos un 5% de este mismo (4,263 t) de las cabillas y clavos, menos 9,700 t del forro. Esto es igual a: 71,316 t

Presupuesto aproximado del material

MATERIAL	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
Madera pino	1900€/t	9,700t	18430,0
Madera roble	6100€/t	71,400t	435540,0
Clavos	5900€/t	4,200t	24780,0
Brea	6100€/t	0,500t	3050,0
Estopa	25100€/t	0,200t	5020,0
Cáñamo	39000€/t	0,150t	5850,0
Motoneria			
Pequeño	14,00€/ud	11	154,0
Mediano	20,00€/ud	35	770,0
Grande	31,00€/ud	6	186,0
Pintura	125,00€/ud	5	625,0
Ancla	7000€/ud	2	14000
Cables y estachas			
14mm	2,5€/m	75m	187,5
16mm	3,20€/m	60m	192,0
18mm	4,00€/m	55m	220,0
20mm	4,55€/m	150m	682,5
22mm	5,50€/m	190m	1045,0
32mm	13,90€/m	145m	2015,5
total			512747,5€

Presupuesto de Mano de obra

trabajos	precio	tiempo	coste
1Trazador de gálíbos	700€	5meses	3500
3Carpinteros	700€	5meses	10500
3Calafate	700€	5meses	10500
3Aserradores	700€	5meses	10500
3Veleros	700€	5meses	10500
3pintores	700€	3meses	6300
total			51800€

Gastos en los Pertrechos totales:

Gastos fabricación	6800€
--------------------	-------

8% beneficio industrial	45163,8€
20% gasto general	9032,76
5%ITE	28347,2030
TOTAL:	595291,2630€

Total:566944,06€

Beneficios industriales y resumen del presupuesto.

Nuestro presupuesto a día de hoy es de: 595291€

Para poder conocer el valor de la construcción del barco en la época de los Reyes Católicos debemos conocer el valor de la moneda que por aquellos años se pagaba en la Península , esta era el maravedí:



SISTEMA MONETARIO DEL SIGLO XV



El sistema monetario era complejo y variado ya que las monedas en uso variaban en los distintos territorios de la corona de Castilla, de Navarra y de Aragón.

En Castilla se usa como unidad de cuenta de todas las monedas el **maravedí** al que se le podría dar un valor actual de aproximadamente 10 céntimos de euro.

En este territorio el sistema numismático se agrupa en torno a tres grupos básicos de monedas: las monedas de vellón y de cobre, de escaso valor y uso cotidiano (**blanca, dinero, maravedí cornado, cuartillo**), las monedas de plata de ley elevada de uso en transacciones comerciales

(**suelto, real, doble real y de a ocho**) y, finalmente, las monedas de oro sólo presentes en operaciones mercantiles de alto nivel (**ducado, escudo, dobla**).

Tabla de equivalencias		
Moneda	Maravedís	Euros (aprox.)
Cornado	1/6	0,016
Blanca	1/2	0,05
Dinero	1	0,10
Maravedí	1	0,10
Cuartillo	8,5	0,85
Real	34	3,40
Suelto	51	5,10
Ducado	375	37,50
Escudo	400	40,00
Dobla	700	70,00

El valor estimado en maravedíes sería:5952910

6.GLOSARIO DE TÉRMINOS

6.1 ZONAS DE REFERENCIA DEL CASCO DE UN BUQUE.

Proa: es la parte delantera de la embarcación en el sentido del movimiento.

Popa: es la parte posterior de la embarcación en sentido normal del movimiento.

Estribor: es la banda o costado de la derecha de la embarcación mirando desde la popa hacia proa.

Babor: es la banda o costado que queda a la izquierda de un observador colocado mirando de popa hacia proa.

Amura: zona de los costados de proa del buque, y puede ser amura de babor o estribor.

Aleta: zona de los costados de popa del buque, puede ser aleta de babor o estribor.

Través: dirección perpendicular al costado del buque y puede ser través de babor o estribor.

Cubierta superior: superficie de cierre superior del casco de un barco.

Forro: superficie que forma el cierre exterior del casco del barco.

Quilla plana: zona inferior y en crujía del forro del casco.

Fondo: parte inferior del casco de un barco, junto a la quilla.

Pantoque: zona curva de unión entre el fondo y el costado del barco.

Costado: cada uno de los laterales del casco, entre el pantoque y la cubierta superior.

Brusca: es la curvatura transversal de la cubierta medida por la altura de la cuerda en

crujía, desde la cara inferior de la cubierta medida por la altura de la cuerda en crujía, desde la cara inferior de la cubierta hasta el punto más alto del costado .

Astilla muerta: elevación del fondo de la cuaderna sobre el plano base, medida en la mitad de la manga.

Roda: es la zona más a proa del casco.

Codaste: es la zona más a popa del casco, donde se unen los costados por debajo de la flotación.

Arrufo de cubierta: es la curvatura estructural que se le da a la cubierta en sentido longitudinal medida en el costado por la altura sobre una línea paralela a la flotación y tangente a la cubierta en el punto más bajo. El arrufo varía a lo largo de la eslora siendo mayor en los extremos.

6.2 DIMENSIONES PRINCIPALES DEL BUQUE

Eslora: dimensión del barco en sentido longitudinal, es decir de proa a popa.

Eslora entre perpendiculares: dimensión longitudinal de trazado del casco del buque, medida horizontalmente entre las perpendiculares de proa y popa.

Perpendicular de proa: es la línea imaginaria perpendicular a la flotación de trazado o proyecto, que pasa por el punto de intersección de la roda con dicha flotación.

Perpendicular de popa: es la línea imaginaria perpendicular a la flotación de trazado o proyecto, que pasa por el eje del timón, o bien, por la cara de popa del codaste popel, en caso de que el codaste sea cerrado.

Eslora en una flotación: es la máxima longitud del buque en la intersección de esa flotación con la proa y popa del buque.

Eslora total: es la máxima longitud del buque entre los puntos más alejados a proa y popa.

Eslora de francobordo: es el 96% de la eslora total en una flotación situada a una altura sobre el canto superior de la quilla igual al 85% del puntal de trazado, o bien, la eslora desde la cara de proa de la roda al eje de la mecha del timón en esa misma flotación, si este último valor es mayor.

Manga: dimensión de la embarcación en su sentido transversal.

Manga de trazado: es la máxima dimensión transversal de razado del casco del buque a lo largo de la eslora. En barcos de madera y fibra las dimensiones de razado son fuera de forros, y en barcos metálicos son fuera de miembros.

Manga en una flotación: es la manga máxima para esa flotación considerada.

Puntal: dimensión en sentido vertical del buque.

Puntal de trazado: es la máxima distancia vertical de trazado del casco del buque, medida en el costado y en la sección media.

Puntal de bodega: distancia vertical desde la cara lata del fondo, o doble fondo, hasta la cara inferior de la cubierta más baja.

Calado: distancia vertical correspondiente a la parte sumergida del buque. Teniendo en cuenta los apéndices del barco.

Calado de trazado: distancia vertical de trazado de la parte sumergida del casco del buque por debajo de la flotación de trazado o de proyecto, medida en la sección media.

Calado en una flotación: calado medido desde la cara inferior de la quilla hasta el nivel de la flotación correspondiente.

Calado a proa: es el calado real del buque en la perpendicular de proa.

Calado de popa: es el calado real del buque en la perpendicular de popa.

Calado en la sección media: es el calado real en la sección media del buque.

Calado medio: es la semisuma de los calados a proa y popa.

Asiento o trimado: es la diferencia entre el calado de popa menos el calado de proa. Esa diferencia es mayor que cero cuando el calado de popa es mayor que el de proa, y se dice que el buque tiene asiento positivo.

6.3 OTRAS DEFINICIONES DE CARACTERISTICAS DEL BUQUE

Arrufo: deformación que adquiere la estructura del buque en sentido longitudinal, debido a su posición sobre las olas, que hace que la parte central del buque quede más baja que los extremos.

Quebranto: deformación que adquiere la estructura del buque en sentido longitudinal, debido a su posición sobre las olas, que hace que la parte central del buque quede más alta que los extremos.

Cuaderna maestra: es la cuaderna principal del buque, que tiene máxima área por debajo de la flotación de trazado.

Obra viva: zona del casco del buque situada por debajo de la flotación de calado máximo.

Obra muerta: zona del casco del buque situada por encima de la flotación de calado máximo.

Superficie mojada: es la superficie de la obra viva.

Superficie de deriva: es la proyección de la superficie de la carena sobre el plano longitudinal.

Desplazamiento: es el peso de buque en toneladas, en cualquier condición de carga. Es igual al volumen de carena en cada condición de carga por la densidad del agua de mar. El volumen de carena es el volumen de agua de mar que desaloja la zona de casco del barco por debajo de la flotación.

Peso en rosca: es el peso del buque completo, con sus estructuras, maquinas, equipos...

Peso muerto: es el peso de la carga máxima que puede transportar el buque, más el combustible en los tanques, aceites, víveres, agua dulce, tripulación, pertrechos.....

6.4 ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL BUQUE.

Roda: es el conjunto de refuerzos que formando una unidad resistente se coloca en la proa del buque y sirve para cerrar el forro por su extremo de proa, siendo continuación de la quilla, a la que va unida.

Quilla: elemento estructural principal del buque. Sobre ella se colocan las cuadernas y varengas.

Codaste: es la estructura situada lo más a popa del buque, unida a la quilla y que cierra el casco al converger en ella los costados del buque.

Forro exterior: es el elemento de la estructura consistente en planchas que van desde la quilla hasta la parte superior del costado apoyadas en los refuerzos.

Varenga: refuerzo transversal del fondo perpendicular a la quilla.

Vagra: refuerzo longitudinal del doble fondo, fondo y varengas.

Cuaderna: refuerzo transversal del forro del casco, están separadas entre ellas una distancia constante llamada clara.

Bao: refuerzo transversal de la cubierta. Se apoya sobre la cuadernas.

Tracas: planchas del forro. Pueden ser de tope (forman una traca en sentido longitudinal), de costura (forman una traca en sentido vertical), de aparadura (contiguas a la quilla), de fondo, de pantoque, de costado, de cinta (están en el costado y unen éste con la cubierta), de cubierta y de trancanil (están en cubierta y unen ésta con el costado).

Timón: es el apéndice con forma de pala, constituido por una plancha o una estructura forrada de planchas y con forma hidrodinámica, sirve para gobernar el buque.

7.BIBLIOGRAFIA

-www.wikipedia.org

- www.cristobal-colon.com

-www.mgar.net/mar/tecnica.htm

-Apuntes de Resistencia de Materiales, segundo curso de ITN de la UPCT.

-*La Santa María, La Pinta y La Niña*. Biblioteca Libro V centenario (1991), editorial, Consuelo Varela, Guadalupe Chocano, Ignacio Fernández Vial.

- Reglamento para la construcción y clasificación de Buques de Pesca de madera. Por la Sociedad de Clasificación de Buques, Bureau Veritas. (1963)

- Tema 9: Arqueo. Apuntes de la asignatura Proyectos. Por D. Francisco Blasco Lloret (2010). UPCT

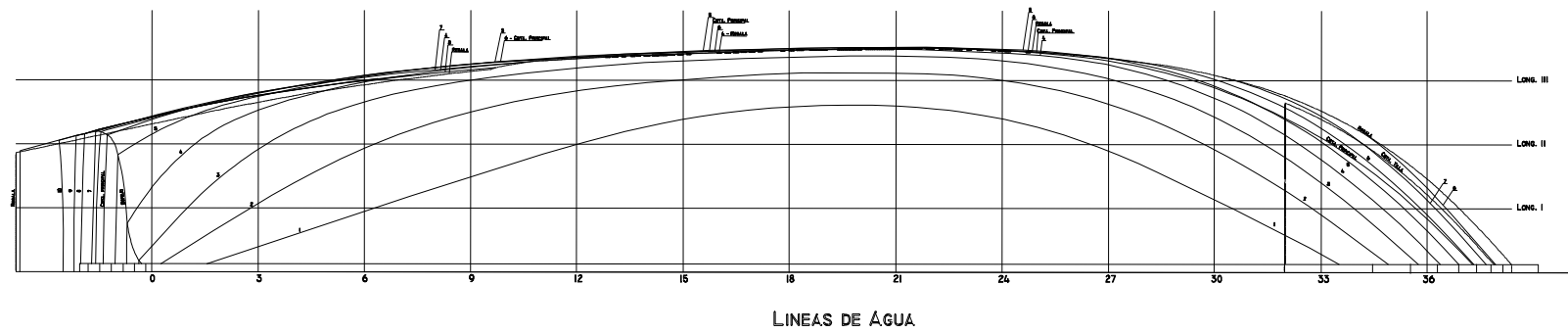
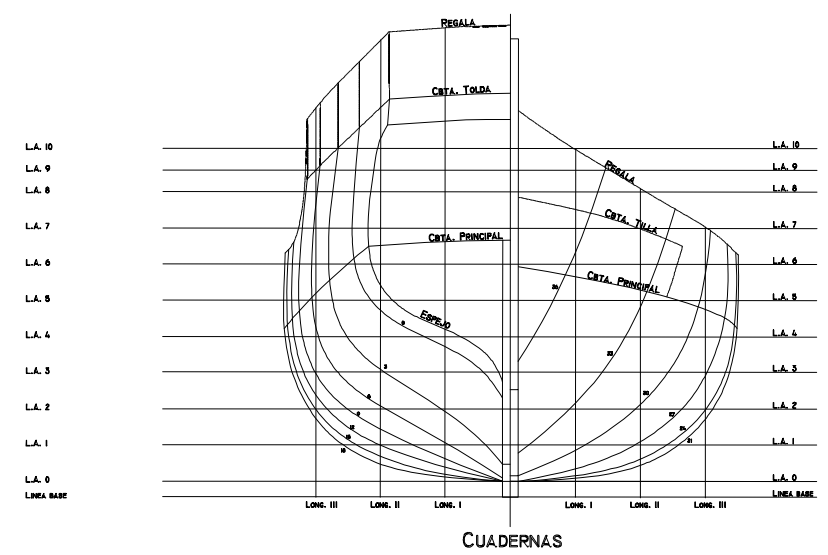
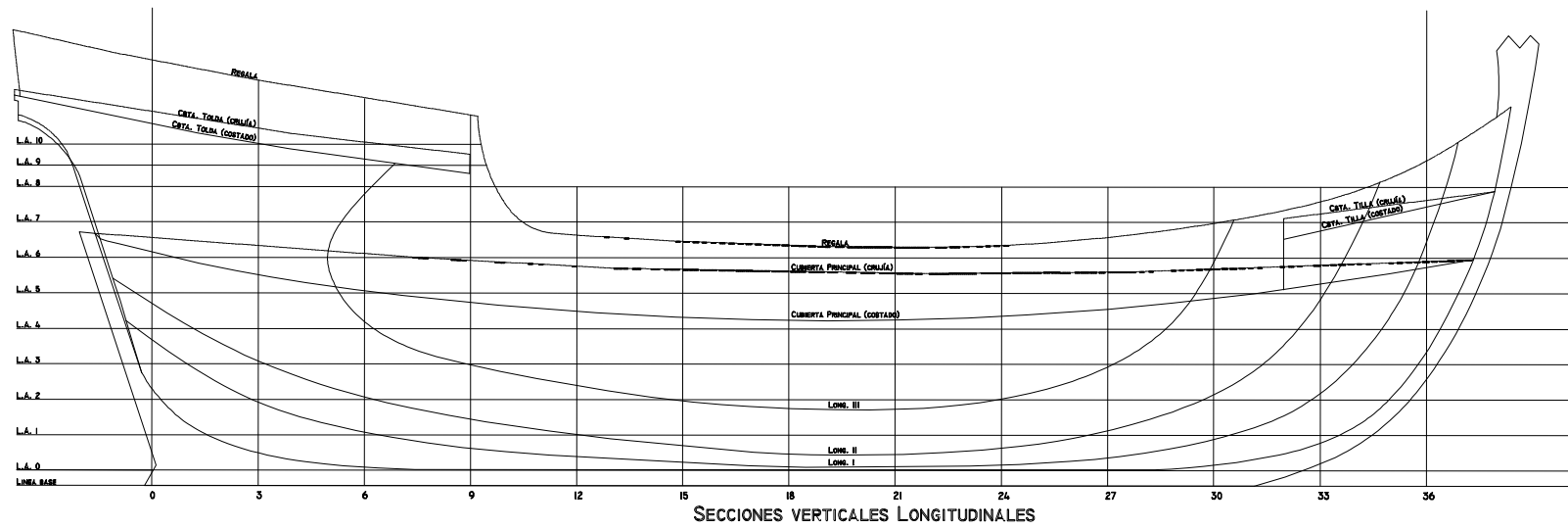
-Apuntes de clase de Hidrostática y estabilidad, de D. Olavo Palomo López (2010). UPCT

- Apuntes de Construcción Naval II, de segundo curso de ITN. UPCT

-Apuntes de "Fundamentos de la Construcción Naval" de fundamentos de construcción naval de primer curso de ITN. UPCT.

-Apuntes de "iniciación a la vela latina", sección de vela CNN. (julio 1995) .UPCT

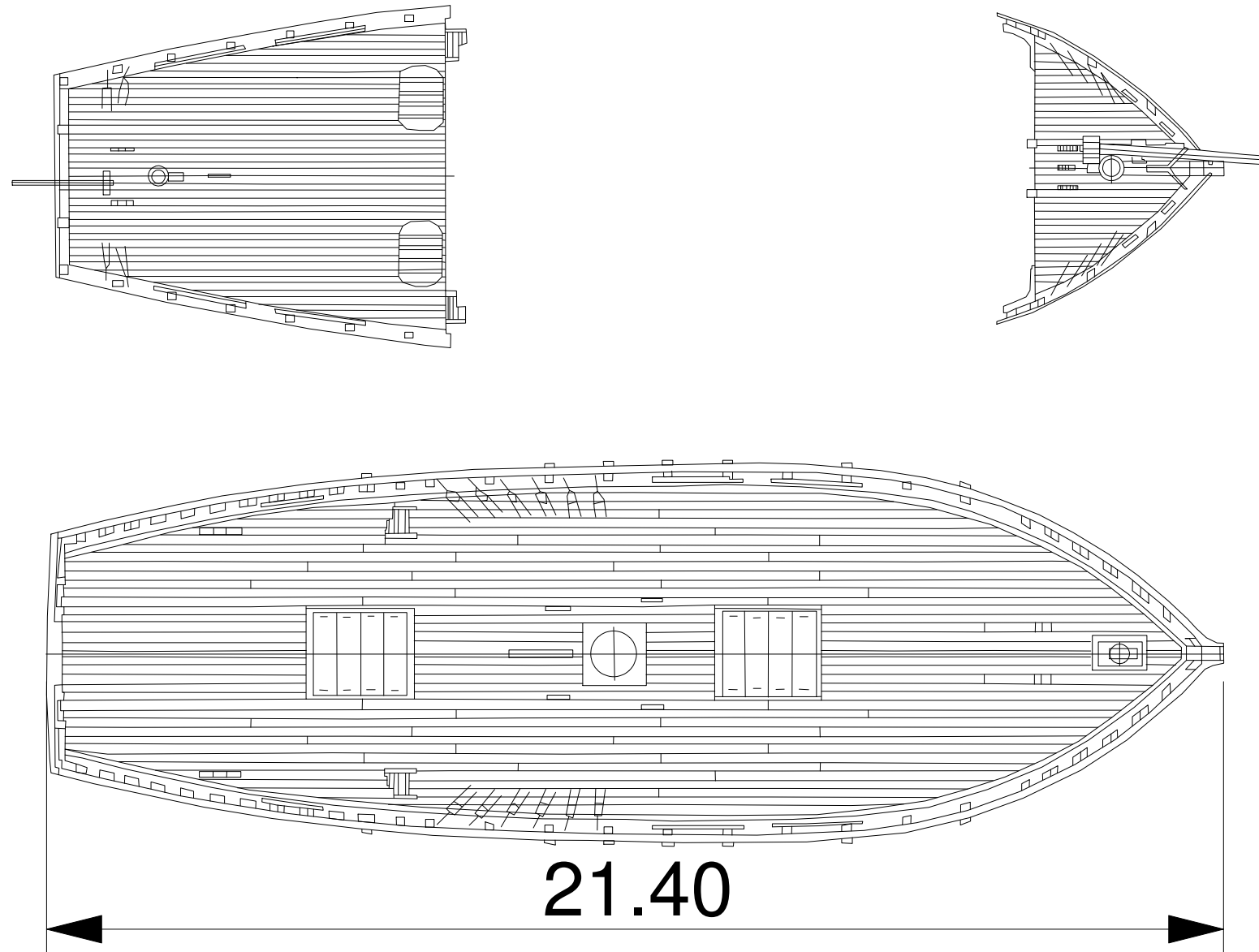
-Apuntes del "curso de iniciación a la vela" Santa Lucía febrero (2009).UPCT



DIMENSIONES PRINCIPALES DEL BUQUE:

ESLORA MÁXIMA DEL CASCO:	21.40 M
ESLORA EN LA CUBIERTA:	19.35 M
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES:	18.00 M
ESLORA EN LA FLOTACIÓN DE MÁXIMA CARGA (CON TIMÓN):	19.30 M
ESLORA DE LA QUILLA:	15.55 M
MANGA MÁXIMA FUERA FORROS:	6.28 M
PUNTAL DE CONSTRUCCIÓN:	2.00 M

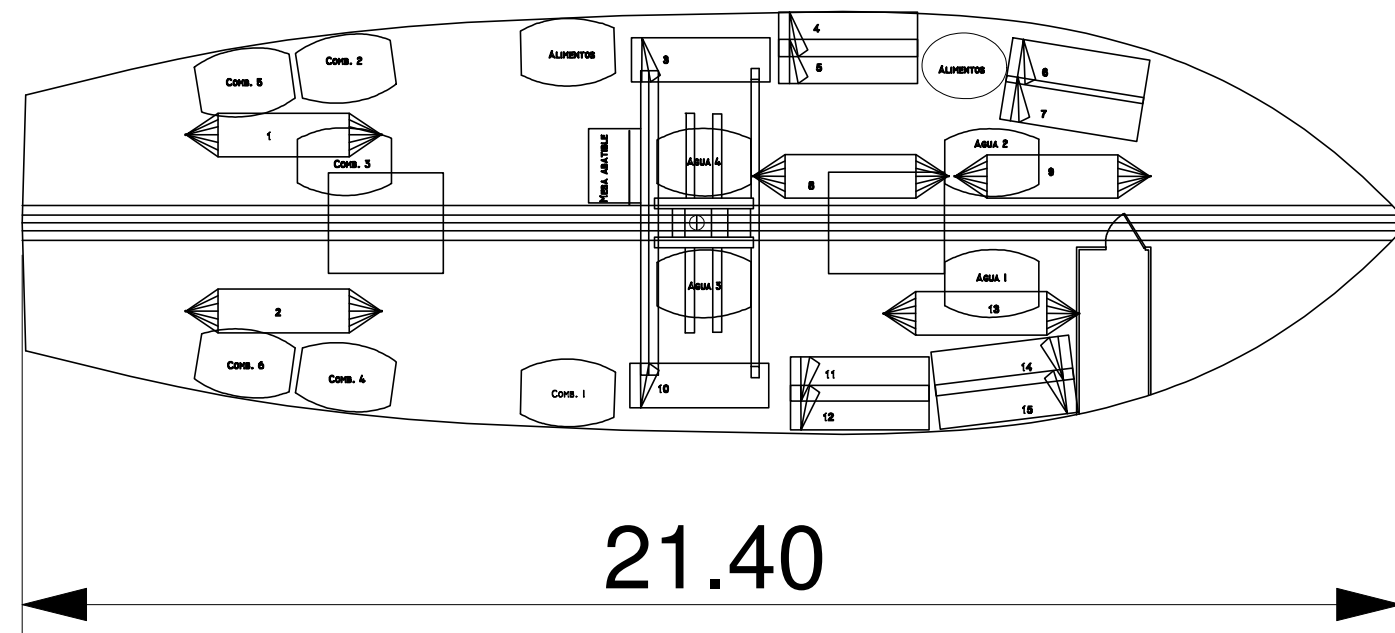
TÍTULO		PLANO N° 1
PLANO DE FORMAS		
SOLEDAD FRUCTUOSO MARTINEZ		FIRMA
ESCALA 1:100	PLANO	
FECHA 5/09/2014	CARABELA LA NIÑA. UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CARTAGENA	



DIMENSIONES PRINCIPALES DEL BUQUE:

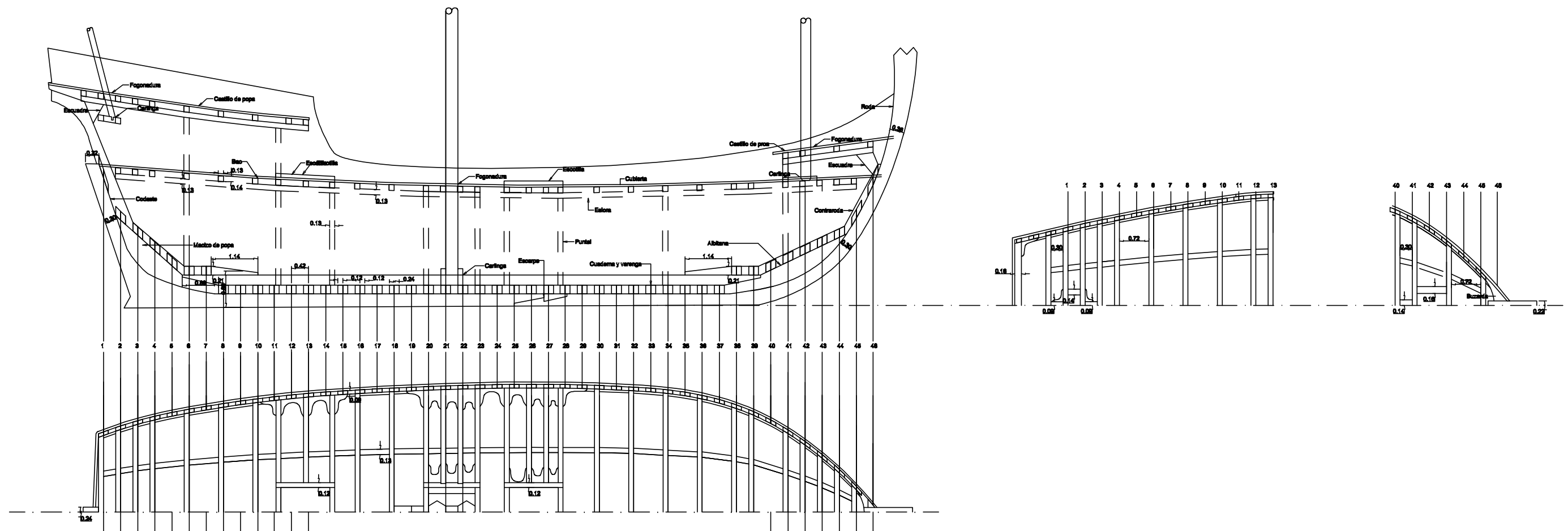
ESLORA MÁXIMA DEL CASCO:	21.40 M
ESLORA EN LA CUBIERTA:	19.35 M
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES:	18.00 M
ESLORA EN LA FLOTACIÓN DE MÁXIMA CARGA (CON TIMÓN):	19.30 M
ESLORA DE LA QUILLA:	15.55 M
MANGA MÁXIMA FUERA FORROS:	6.28 M
PUNTAL DE CONSTRUCCIÓN:	2.00 M

TÍTULO		PLANO N° 2
PLANO DE CUBIERTA		
SOLEDAD FRUCTUOSO MARTINEZ		FIRMA
ESCALA 1:100	PLANO CARABELA LA NIÑA. UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CARTAGENA	
FECHA 5/09/2014		



DIMENSIONES PRINCIPALES DEL BUQUE:	
ESLORA MÁXIMA DEL CASCO:	21.40 M
ESLORA EN LA CUBIERTA:	19.35 M
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES:	18.00 M
ESLORA EN LA FLOTACIÓN DE MÁXIMA CARGA (CON TIMÓN):	19.30 M
ESLORA DE LA QUILLA:	15.55 M
MANGA MÁXIMA FUERA FORROS:	6.28 M
PUNTAL DE CONSTRUCCIÓN:	2.00 M

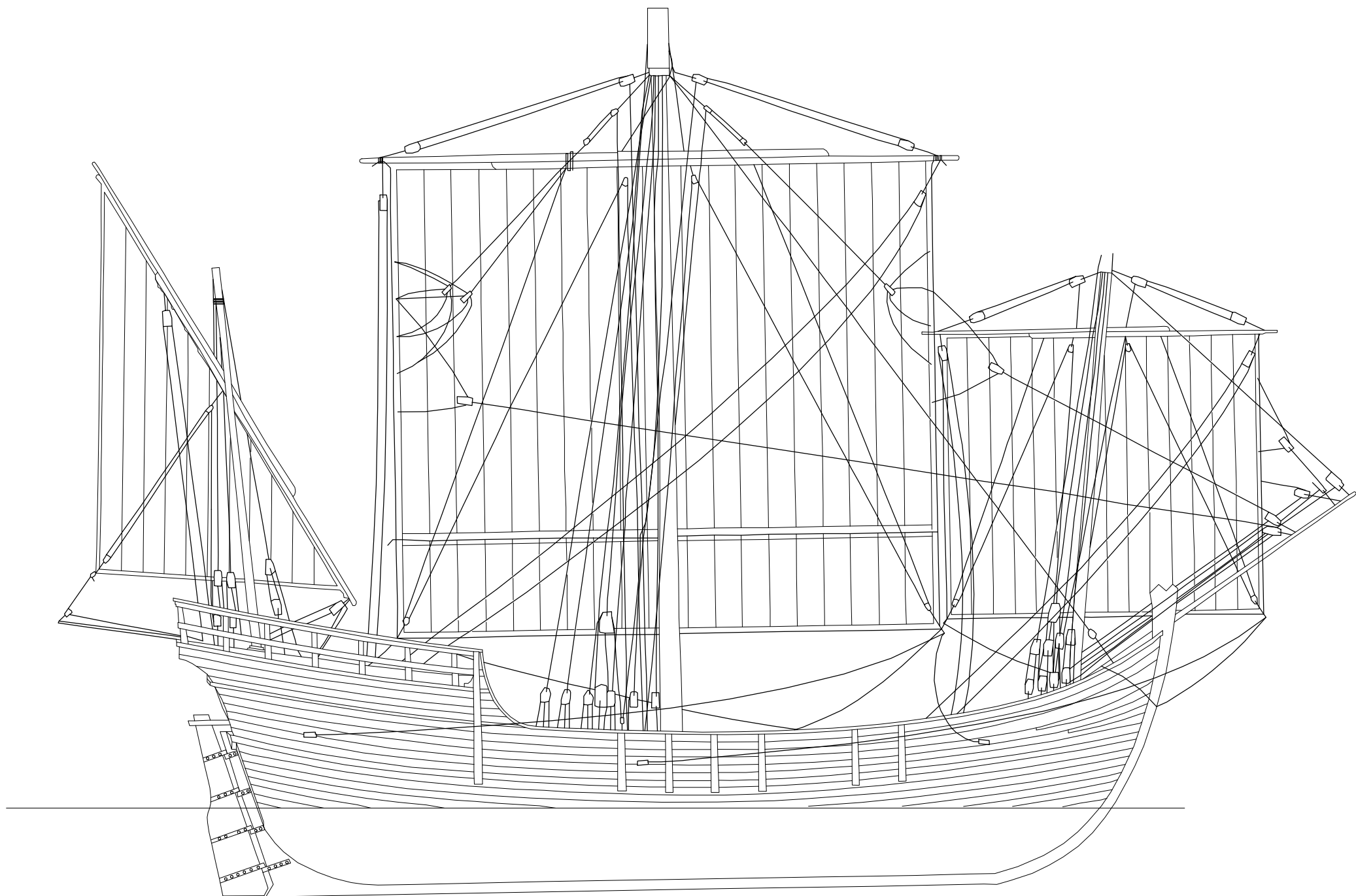
<div>TÍTULO</div> <div>DISPOSICIÓN GENERAL</div>		<div>PLANO N°</div> <div>3</div>
<div>SOLEDAD FRUCTUOSO MARTINEZ</div>		
<div>ESCALA</div> <div>1:100</div>	<div>PLANO</div> <div>CARABELA LA NIÑA. UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CARTAGENA</div>	
<div>FECHA</div> <div>5/09/2014</div>		



DIMENSIONES PRINCIPALES DEL BUQUE:

ESLORA MÁXIMA DEL CASCO:	21.40 M
ESLORA EN LA CUBIERTA:	19.35 M
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES:	18.00 M
ESLORA EN LA FLOTACIÓN DE MÁXIMA CARGA (CON TIMÓN):	19.30 M
ESLORA DE LA QUILLA:	15.55 M
MANGA MÁXIMA FUERA FORROS:	6.28 M
PUNTAL DE CONSTRUCCIÓN:	2.00 M

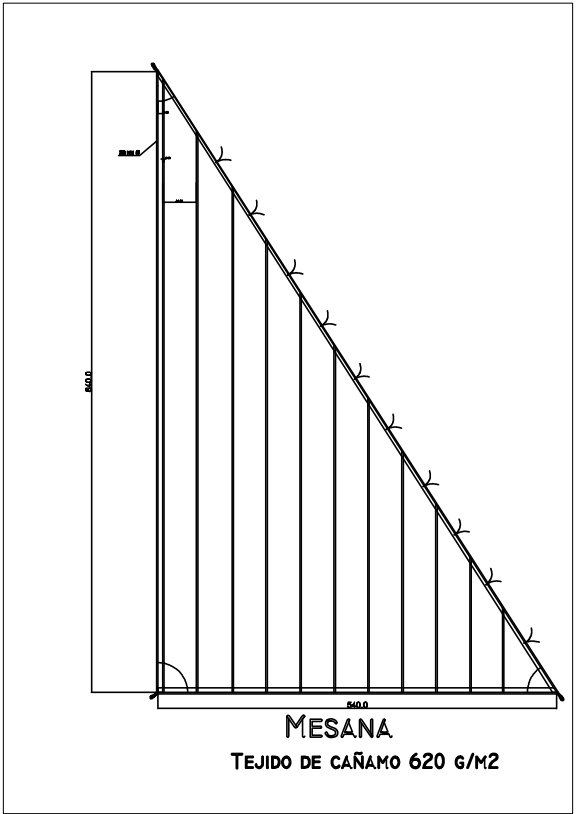
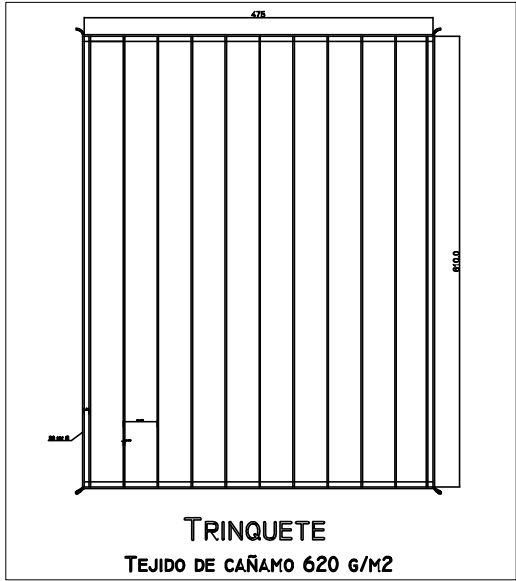
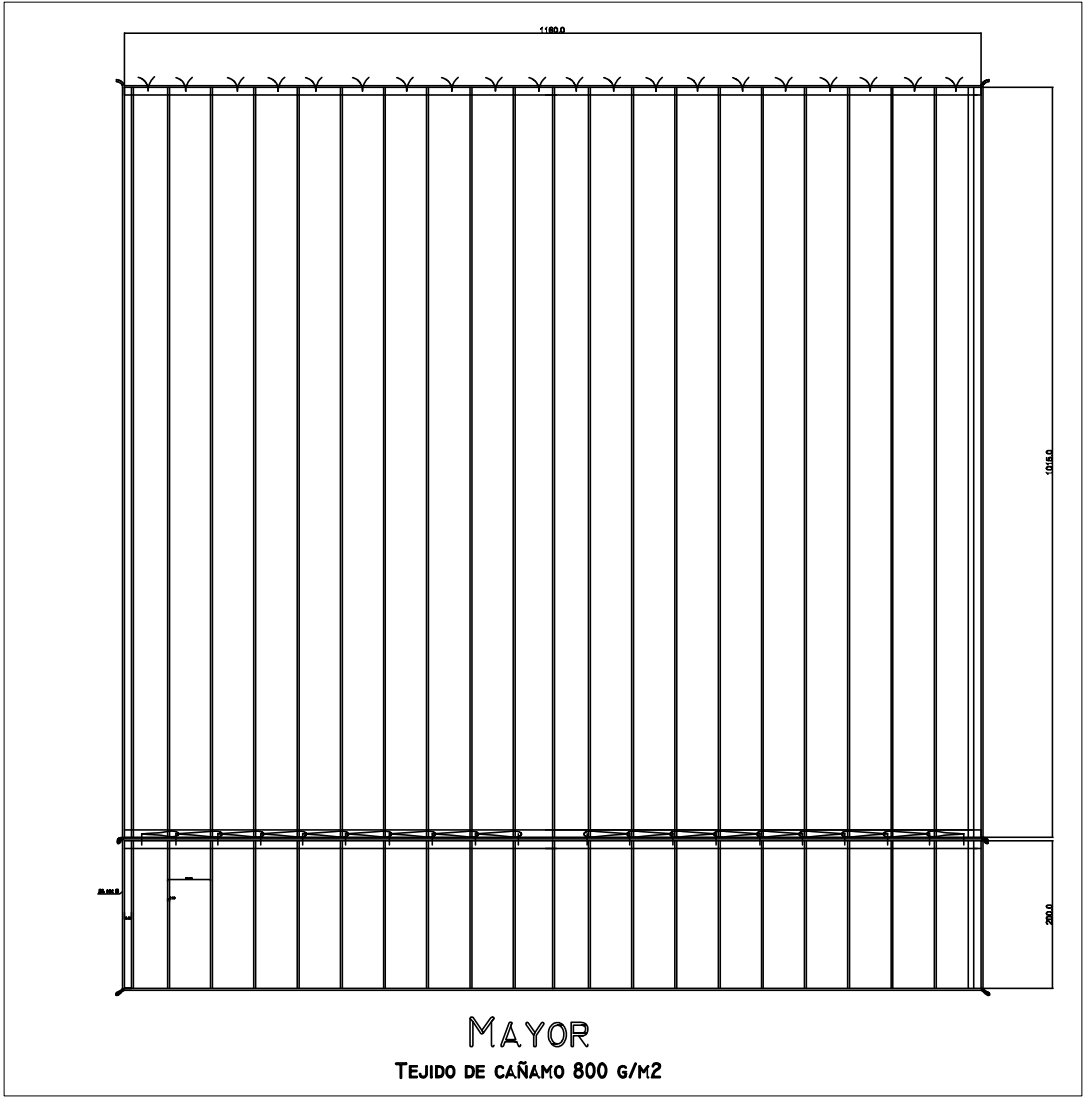
TÍTULO		PLANO N°
PLANO ESTRUCTURAL		4
SOLEDAD FRUCTUOSO MARTINEZ		FIRMA
ESCALA	PLANO	
1:100		
FECHA	CARABELA LA NIÑA. UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CARTAGENA	
5/09/2014		



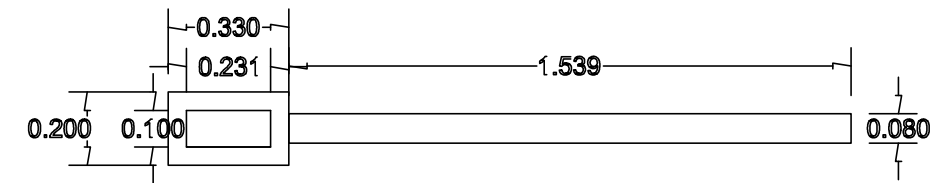
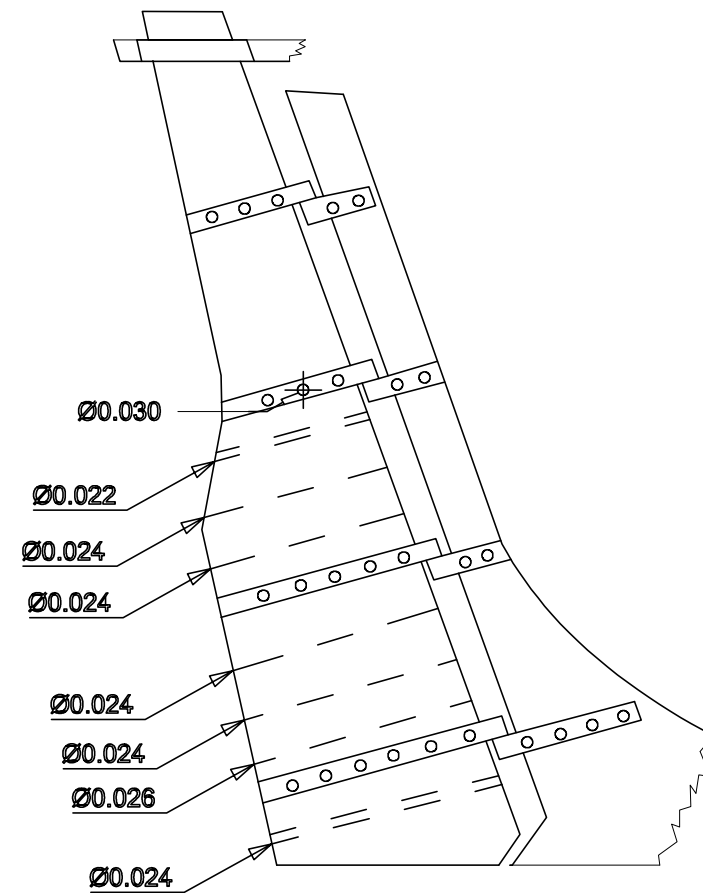
DIMENSIONES PRINCIPALES DEL BUQUE:

ESLORA MÁXIMA DEL CASCO:	21.40 M
ESLORA EN LA CUBIERTA:	19.35 M
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES:	18.00 M
ESLORA EN LA FLOTACIÓN DE MÁXIMA CARGA (CON TIMÓN):	19.30 M
ESLORA DE LA QUILLA:	15.55 M
MANGA MÁXIMA FUERA FORROS:	6.28 M
PUNTAL DE CONSTRUCCIÓN:	2.00 M

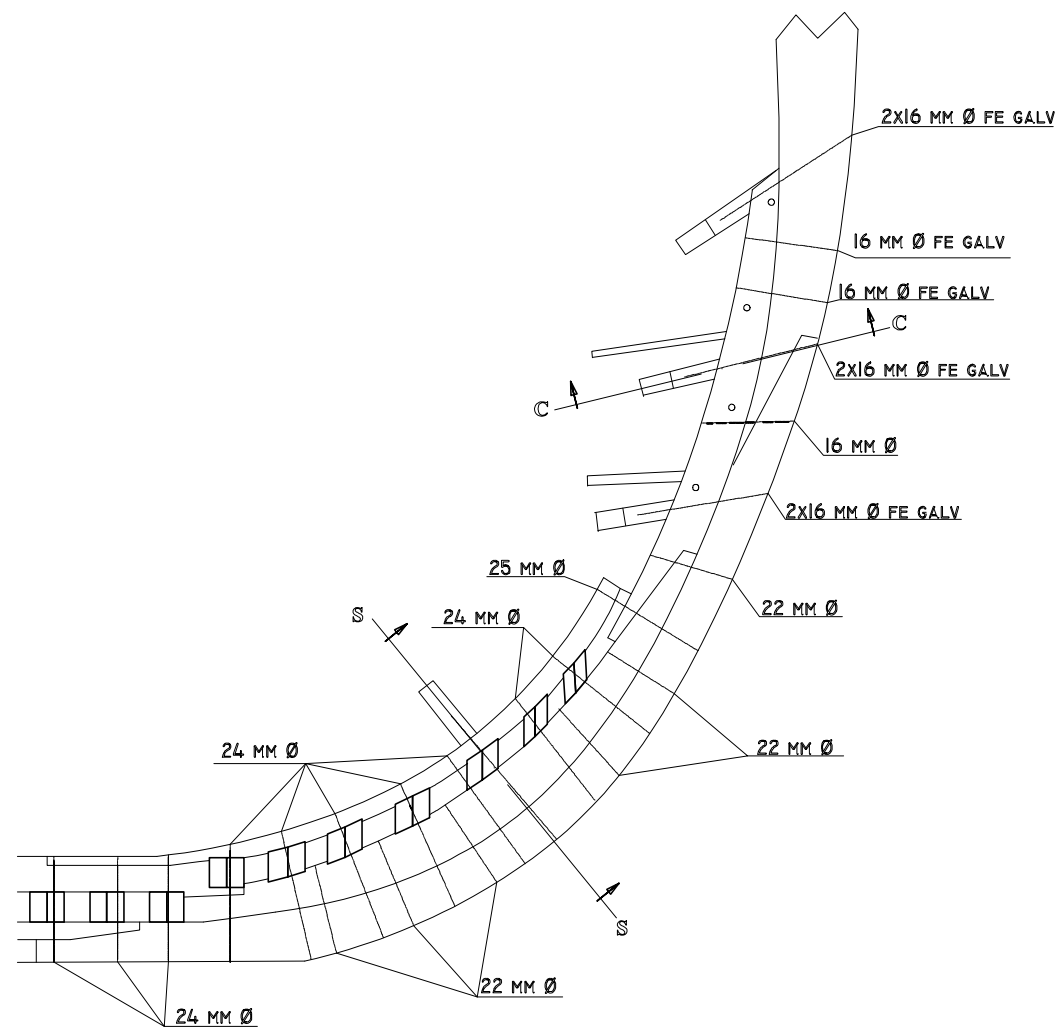
TÍTULO		PLANO N° 5
PLANO DE ARBOLADURA		
SOLEDAD FRUCTUOSO MARTINEZ		FIRMA
ESCALA	PLANO CARABELA LA NIÑA. UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CARTAGENA	
1:100		
FECHA		
5/09/2014		



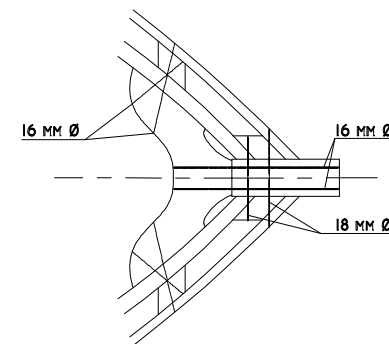
TÍTULO		PLANO VÉLICO	PLANO N°
		SOLEDAD FRUCTUOSO MARTINEZ	FIRMA
ESCALA	PLANO	CARABELA LA NIÑA. UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CARTAGENA	
FECHA			
1:100			
5/09/2014			



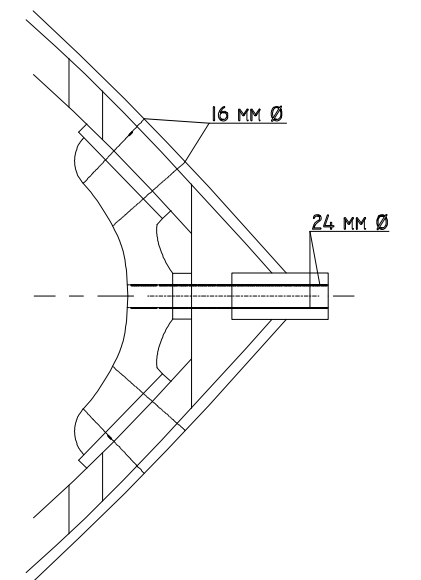
TÍTULO		PLANO DEL TIMÓN	PLANO N°
			7
SOLEDAD FRUCTUOSO MARTINEZ			
ESCALA	1:50	PLANO	FIRMA
FECHA	5/09/2014	CAREBELA LA NIÑA. UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CARTAGENA	



RODA, CONTRARODA Y BUZARDA

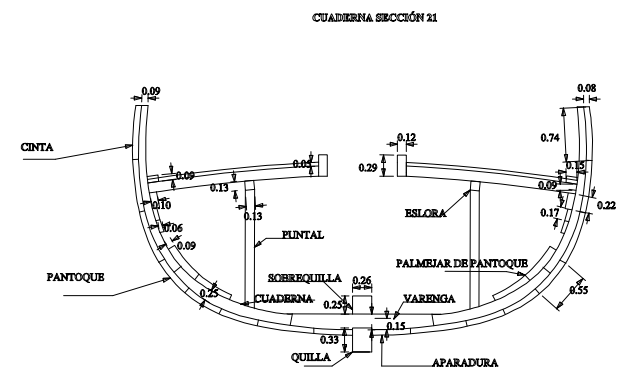
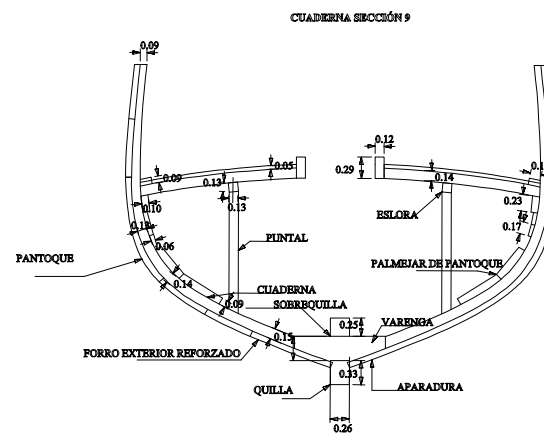
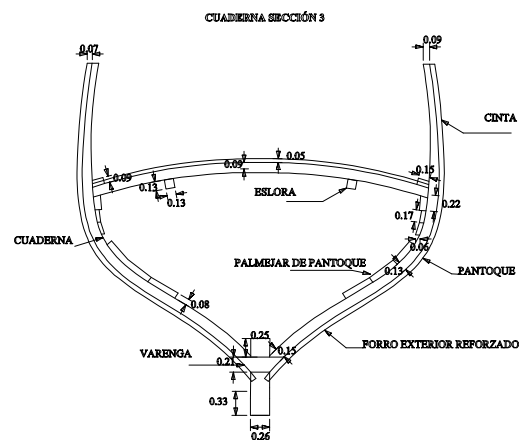
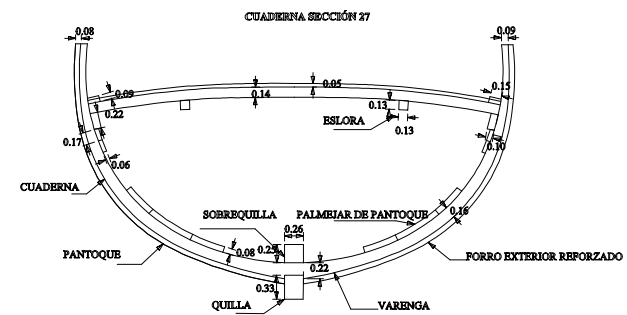
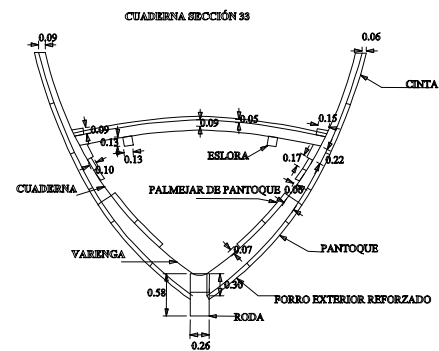


SECCIÓN C-C



SECCIÓN S-S

TÍTULO		PLANO DE LA RODA	PLANO Nº
			8
		SOLEDAD FRUCTUOSO MARTINEZ	FIRMA
ESCALA	1:40	PLANO	
FECHA	5/09/2014		
		CARABELA LA NIÑA. UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CARTAGENA	



MANGA MÁXIMA FUERA FORROS:
PUNTA DE CONSTRUCCIÓN:

6.28 M
2.00 M

TÍTULO		PLANO N°
PLANO DE CUADERNAS		9
SOLEDAD FRUCTUOSO MARTINEZ		FIRMA
ESCALA	PLANO	
1:100		
FECHA	CARABELA LA NIÑA. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA	
5/09/2014		